

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-254639

(43)Date of publication of application : 21.09.2001

(51)Int.Cl. F02D 13/02
F01L 1/34
F01L 13/00
F02D 45/00

(21)Application number : 2000-065033

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 09.03.2000

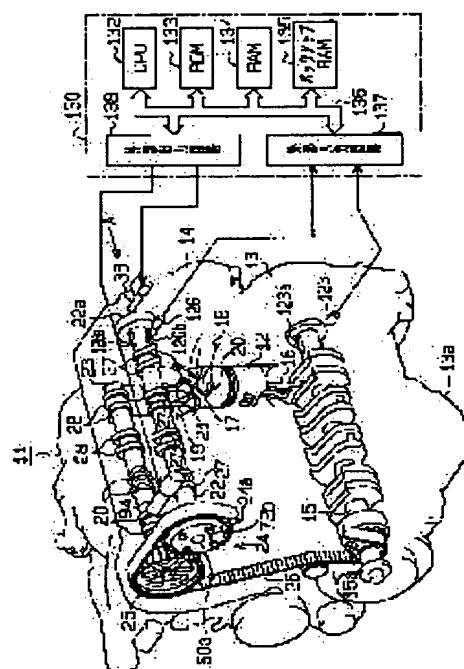
(72)Inventor : SANPEI KAZUHISA

(54) VALVE CHARACTERISTIC CONTROL DEVICE OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To more favourably carry out lift quantity holding control through a valve lift quantity variable mechanism constituted by having a three- dimensional cam.

SOLUTION: Valve lift quantity in a driving state of an engine 11 is computed as a target value VLA by an electronic control unit (ECU) 130. A valve characteristic of a suction valve 20 is detected as a detected value VLR by detecting displacement quantity of a camshaft 22. A controlled variable of valve lift quantity variable mechanisms 22a, 36 is computed as a driving duty ratio DVL in accordance with a detected value VLA and a target value VLR by an ECU 130, and valve lift quantity variable mechanisms 22a, 36 are controlled by the driving duty ratio DVL. Even when variation of the detected value VLR becomes zero, in the case when a difference exists between the detected value VLR and the target value VLA, the driving duty ratio DVL at the time is learned and renewed as a holding command value KVL.



BEST AVAILABLE COPY

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] A cam profile has the cam shaft by which the three-dimension cam which changes continuously was prepared in the direction of a cam shaft. The amount of valve lifts adjustable device which makes adjustable the amount of valve lifts of an engine bulb according to the displacement location to the direction of a cam shaft of this cam shaft based on the hydraulic pressure supply from a hydraulic-pressure-supply means, A desired value calculation means to compute the desired value of said amount of valve lifts according to an engine's operational status, So that the amount of valve lifts when the detection value detected by detection means to detect said amount of valve lifts, and said detection means becomes near [which is computed by said desired value calculation means] the desired value may be held When continuing the maintenance control means which controls the hydraulic pressure supply by said hydraulic-pressure-supply means, and the condition that there is said detection value, The bulb property control unit of the internal combustion engine having a learning-control means to perform learning control for comparing this detection value with the desired value at that time, evaluating the control-command value of said maintenance control means, and correcting this control-command value based on the evaluation.

[Claim 2] It is the bulb property control device of the internal combustion engine characterized by equipping said learning-control means with an initial value storage means to memorize the control-command value for controlling said amount of valve lifts adjustable device in the direction in which said amount of valve lifts becomes small relatively as the study initial value, in the bulb property control device of an internal combustion engine according to claim 1, and being constituted.

[Claim 3] The bulb property control unit of the internal combustion engine characterized by having further a renewal authorization means of a study value to permit renewal of the study value by said learning-control means in the bulb property control unit of an internal combustion engine according to claim 1 or 2 only when the temperature of the engine concerned is beyond predetermined temperature.

[Claim 4] The bulb property control device of the internal combustion engine characterized by having further a prohibition means to forbid renewal of the study value by said learning-control means in the bulb property control device of an internal combustion engine according to claim 1 to 3 when the desired value of said amount of valve lifts computed becomes near the adjustable limit of said amount of valve lifts adjustable device.

[Claim 5] The bulb property control device of the internal combustion engine characterized by having further a limit means to restrict renewal of the study value by said learning-control means in the bulb property control device of an internal combustion engine according to claim 1 to 3 when the desired value of said amount of valve lifts computed becomes near the adjustable limit of said amount of valve lifts adjustable device.

[Claim 6] It is the bulb property control unit of the internal combustion engine characterized by for said learning-control means updating a study value to each ** in the temperature region of each ** of ***** of the engine concerned, and ***** in the bulb property control unit of an internal combustion engine according to claim 1 to 5, and interpolating these study value about the middle temperature region.

[Claim 7] A cam profile has the cam shaft by which the three-dimension cam which changes continuously was prepared in the direction of a cam shaft. The amount of valve lifts adjustable device which makes adjustable the amount of valve lifts of an engine bulb according to the displacement location to the direction of a cam shaft of this cam shaft based on the hydraulic pressure supply from the 1st hydraulic-pressure-supply means, The valve timing adjustable device which makes valve timing of said engine bulb adjustable according to modification of the phase pair-of-observations rearrangement phase of said cam shaft and engine output shaft based on the hydraulic pressure supply from the 2nd hydraulic-pressure-supply means,

The 1st desired value calculation means which computes the desired value of said amount of valve lifts according to an engine's operational status, So that the amount of valve lifts when the 1st detection value detected by the 1st detection means which detects said amount of valve lifts, and said 1st detection means becomes near [which is computed by said desired value calculation means] the desired value may be held When continuing the condition that there are the 1st maintenance control means and said 1st detection value which controls the hydraulic pressure supply by said hydraulic-pressure-supply means, The 1st learning-control means which performs learning control for comparing this 1st detection value with the desired value at that time, evaluating the control-command value of said 1st maintenance control means, and correcting this control-command value based on the evaluation, The 2nd desired value calculation means which computes the desired value of said valve timing according to an engine's operational status, So that valve timing when the 2nd detection value detected by the 2nd detection means which detects said valve timing, and said 2nd detection means becomes near [which is computed by said 2nd desired value calculation means] the desired value may be held When continuing the condition that there are the 2nd maintenance control means and said 2nd detection value which controls the hydraulic pressure supply by said hydraulic-pressure-supply means, Compare this 2nd detection value with the desired value at that time, and the control-command value of said 2nd maintenance control means is evaluated. It has the 2nd learning-control means which performs learning control for correcting this control-command value based on the evaluation. The bulb property control unit of the internal combustion engine characterized by carrying out fixed control of said valve timing adjustable device at the time of the learning control of said amount of valve lifts adjustable device, and carrying out fixed control of said amount of valve lifts adjustable device at the time of the learning control of said valve timing adjustable device.

[Claim 8] It is the bulb property control unit of the internal combustion engine according to claim 7 characterized by performing fixed control of said valve timing adjustable device at the time of the learning control of said amount of valve lifts adjustable device in the maximum lag side of said valve timing, and performing fixed control of said amount of valve lifts adjustable device at the time of the learning control of said valve timing adjustable device in the minimum lift side of said amount of valve lifts.

[Claim 9] A cam profile has the cam shaft by which the three-dimension cam which changes continuously was prepared in the direction of a cam shaft. The amount of valve lifts adjustable device which makes adjustable the amount of valve lifts of an engine bulb according to the displacement location to the direction of a cam shaft of this cam shaft based on the hydraulic pressure supply from the 1st hydraulic-pressure-supply means, The valve timing adjustable device which makes valve timing of said engine bulb adjustable according to modification of the phase pair-of-observations rearrangement phase of said cam shaft and engine output shaft based on the hydraulic pressure supply from the 2nd hydraulic-pressure-supply means, The 1st desired value calculation means which computes the desired value of said amount of valve lifts according to an engine's operational status, So that the amount of valve lifts when the 1st detection value detected by the 1st detection means which detects said amount of valve lifts, and said 1st detection means becomes near [which is computed by said desired value calculation means] the desired value may be held When continuing the condition that there are the 1st maintenance control means and said 1st detection value which controls the hydraulic pressure supply by said hydraulic-pressure-supply means, The 1st learning-control means which performs learning control for comparing this 1st detection value with the desired value at that time, evaluating the control-command value of said 1st maintenance control means, and correcting this control-command value based on the evaluation, The 2nd desired value calculation means which computes the desired value of said valve timing according to an engine's operational status, So that valve timing when the 2nd detection value detected by the 2nd detection means which detects said valve timing, and said 2nd detection means becomes near [which is computed by said 2nd desired value calculation means] the desired value may be held When continuing the condition that there are the 2nd maintenance control means and said 2nd detection value which controls the hydraulic pressure supply by said hydraulic-pressure-supply means, Compare this 2nd detection value with the desired value at that time, and the control-command value of said 2nd maintenance control means is evaluated. The bulb property control unit of the internal combustion engine characterized by performing learning control by said 2nd learning-control means on condition that it has the 2nd learning-control means which performs learning control for correcting this control-command value based on the evaluation and the learning control by said 1st learning-control means is made normally.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to an internal combustion engine's bulb property control device, and relates to the bulb property control device of the internal combustion engine having the amount of valve lifts adjustable device constituted by having a three-dimension cam in detail.

[0002]

[Description of the Prior Art] The device which makes adjustable the bulb properties, such as valve timing, the amount of valve lifts, etc. of an engine bulb, according to this engine's operational status is known conventionally that the engine property should be suitably maintained under each ***** service condition of an internal combustion engine.

[0003] And as a device which makes adjustable the above-mentioned amount of valve lifts, a cam shaft is designed possible [displacement] to shaft orientations, and the thing using the so-called three-dimension cam which formed the cam crest of a cam established in the cam shaft so that it might change from the end of the shaft orientations to the other end continuously is also proposed in recent years. According to the amount of valve lifts adjustable device using such a three-dimension cam, the amount of the said valve lifts can be continuously changed now by carrying out the variation rate of the cam shaft to the shaft orientations with a hydraulic-drive-type actuator, corresponding to an engine's operational status.

[0004] As equipment which, on the other hand, controls the amount of valve lifts adjustable device constituted by having such a three-dimension cam, the equipment indicated by JP,11-72031,A, for example is known. the electromagnetism which generates a pulse in that near corresponding to passage of each above-mentioned detected part accompanying rotation of this cam shaft while preparing two sorts of detected parts of the detected part for criteria prolonged in the shape of a straight line in that direction of an axis, and the detected part for movement magnitude spirally prolonged in the direction of a coaxial line to the cam shaft of an inhalation-of-air system with this equipment, respectively -- he prepares pickup and is trying to supervise the amount of valve lifts by which adjustable control is carried out

[0005] namely, the thing which a cam shaft moves in that direction of an axis in this case -- passage of the above-mentioned detected part for criteria -- corresponding -- electromagnetism -- the passage of the above-mentioned detected part for movement magnitude to the pulse generated from pickup -- corresponding -- said -- electromagnetism -- the generating timing of the pulse generated from pickup changes. Then, it can detect now correctly under supervising change of this generating timing, the displacement location of valve lifts, i.e., amount, to the direction of an axis of a cam shaft. And with this equipment, feedback control of the displacement location of a cam shaft is carried out so that it may converge on desired value about the amount of the said valve lifts by which this amount of valve lifts detected is computed according to engine operational status.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Thus, according to the above-mentioned equipment, feedback control of the amount of valve lifts adjustable device based on the value detected is performed, the amount of valve lifts being supervised and detected correctly.

[0007] By the way, after the above-mentioned amount of valve lifts by which detection is carried out reaches desired value, in order to maintain the amount of lifts, maintenance control holding the displacement location of a cam shaft is performed. However, if it is in the equipment of ***** which performs the variation rate to the shaft orientations of a cam shaft with a hydraulic-drive-type actuator, the following problems for this maintenance control cannot be disregarded, either.

[0008] That is, tolerance and aging are usually contained in output characteristics, such as a hydraulic

control valve which constitutes an above-mentioned hydraulic-drive-type actuator. Moreover, these output characteristics change also with engine operational status. That is, the oil pressure obtained with a pump comes to differ according to an engine's rotational speed and standby, and the difference in the oil pressure comes to change the output characteristics of each part material of an actuator. For this reason, even if it performs the above-mentioned maintenance control in such a situation, it did not necessarily restrict corresponding correctly, and depending on the case, a gap is produced in a maintenance location, or the control-command value over a hydraulic control valve and its actual output characteristics have not existed [whether it is a lifting and] control hunting accompanying the above-mentioned feedback control etc. [0009] This invention is made in view of the above-mentioned actual condition, and the purpose is in offering the bulb property control unit of the internal combustion engine which can perform more suitably the amount maintenance control of lifts which leads the amount of valve lifts adjustable device constituted by having a three-dimension cam.

[0010] Moreover, the purpose of this invention is to offer the bulb property control unit of the internal combustion engine which can aim at adaptation of learning control in a very desirable form to the above-mentioned maintenance control.

[0011]

[Means for Solving the Problem] Hereafter, the means and its operation effectiveness for attaining the above-mentioned purpose are indicated. Invention according to claim 1 has the cam shaft in which the three-dimension cam which changes continuously [a cam profile] in the direction of a cam shaft was prepared. The amount of valve lifts adjustable device which makes adjustable the amount of valve lifts of an engine bulb according to the displacement location to the direction of a cam shaft of this cam shaft based on the hydraulic pressure supply from a hydraulic-pressure-supply means, A desired value calculation means to compute the desired value of said amount of valve lifts according to an engine's operational status, So that the amount of valve lifts when the detection value detected by detection means to detect said amount of valve lifts, and said detection means becomes near [which is computed by said desired value calculation means] the desired value may be held When continuing the maintenance control means which controls the hydraulic pressure supply by said hydraulic-pressure-supply means, and the condition that there is said detection value, This detection value is compared with the desired value at that time, and the control-command value of said maintenance control means is evaluated, and let it be the summary to have a learning-control means to perform learning control for correcting this control-command value based on the evaluation.

[0012] According to the above-mentioned configuration, to the output characteristics of a hydraulic-pressure-supply system, even if tolerance, aging, etc. are ***** cases, a value always suitable as this maintenance command value can be acquired, because it was made to carry out renewal of study of this at the basis of evaluation of the control-command value over a maintenance control means, i.e., a maintenance command value. Moreover, shift becomes possible promptly in this way at maintenance control by renewal of study being carried out continuously at a suitable maintenance command value.

[0013] Invention according to claim 2 makes it the summary to equip said learning-control means with an initial value storage means to memorize the control-command value for controlling said amount of valve lifts adjustable device as the study initial value in the direction in which said amount of valve lifts becomes small relatively, and to constitute it in invention according to claim 1.

[0014] The result of maintenance control may become poor until the study started first is once completed, or until study is once completed after a failure return, and a valve lift may be in an excessive condition temporarily. And combustion of the gaseous mixture in a combustion chamber may become unstable temporarily in that case, and it may result in generating of a flame failure or an engine stall.

[0015] According to this point and the above-mentioned configuration, this problem can be avoided now by having secured the command value for controlling the amount of valve lifts adjustable device as study initial value of a maintenance command value, so that the amount of valve lifts becomes small relatively to the initial value storage means.

[0016] In invention according to claim 1 or 2, invention according to claim 3 makes it the summary to have further a renewal authorization means of a study value to permit renewal of the study value by said learning-control means, only when the temperature of the engine concerned is beyond predetermined temperature.

[0017] The actual maintenance command value over engine temperature (for example, an oil temperature and water temperature) is high at a low temperature and elevated-temperature side, and it is in the inclination which becomes low in an intermediate-temperature field. Since according to this point and the above-mentioned configuration the renewal of study of the maintenance command value by learning control

is permitted only when the engine temperature of the engine concerned is beyond predetermined temperature, the maintenance command value from which that renewal of study was permitted only by the beyond predetermined temperature, i.e., elevated temperature, side becomes what was approximated to the low temperature side with that actual maintenance command value. Therefore, the maintenance command value used at the time next starting or between the colds also turns into a proper value.

[0018] In invention according to claim 1 to 3, invention according to claim 4 makes it the summary to have further a prohibition means to forbid renewal of the study value by said learning-control means, when the desired value of said amount of valve lifts computed becomes near the adjustable limit of said amount of valve lifts adjustable device.

[0019] This device may stop once moving from the constraint on a device [near the adjustable limitation of a valve-lift adjustable device]. And since individual difference exists in each amount of valve lifts adjustable device, respectively, variation may arise to the control width of face of this amount of valve lifts. Therefore, there is a possibility that the maintenance command value which is not suitable may be learned by the learning-control means, [near the said adjustable limitation].

[0020] According to this point and the above-mentioned configuration, the problem mentioned above can be avoided now [near the adjustable limit of the amount of valve lifts adjustable device] by establishing a prohibition means to forbid renewal of the study value by the learning-control means.

[0021] In invention according to claim 1 to 3, invention according to claim 5 makes it the summary to have further a limit means to restrict renewal of the study value by said learning-control means, when the desired value of said amount of valve lifts computed becomes near the adjustable limit of said amount of valve lifts adjustable device.

[0022] Although it is as having mentioned above that there is a possibility that study by the learning-control means may become less appropriate, [near the adjustable limitation of a valve-lift adjustable device], according to the above-mentioned configuration, learning control can be performed [near the adjustable limit of the amount of valve lifts adjustable device] by establishing a limit means restrict renewal of the study value by the learning-control means, avoiding such a problem.

[0023] Invention according to claim 6 makes it the summary for said learning-control means to update a study value to each ** in the temperature region of each ** of ***** of the engine concerned, and *****, and to interpolate these study value about the middle temperature region in invention according to claim 1 to 5.

[0024] In using a hydraulic-drive-type actuator for actuation of the amount of lifts adjustable actuator, a maintenance command value also becomes what changed with temperature of the engine concerned from the reason of the coefficient of viscosity changing with the temperature of hydraulic oil.

[0025] According to this point and the above-mentioned configuration, that correction of the maintenance command value by the learning-control means is divided into ***** of the engine concerned and ***** of the engine concerned, and it is made to perform it can perform now the amount control of valve lifts suitably by this ***** and ***** . Moreover, also in this staging area, the amount control of valve lifts can be suitably performed by computing the value which interpolated the maintenance command value in the two above-mentioned fields as a maintenance command value in the middle field of the above-mentioned ***** and said ***** .

[0026] Invention according to claim 7 has the cam shaft in which the three-dimension cam which changes continuously [a cam profile] in the direction of a cam shaft was prepared. The amount of valve lifts adjustable device which makes adjustable the amount of valve lifts of an engine bulb according to the displacement location to the direction of a cam shaft of this cam shaft based on the hydraulic pressure supply from the 1st hydraulic-pressure-supply means, The valve timing adjustable device which makes valve timing of said engine bulb adjustable according to modification of the phase pair-of-observations rearrangement phase of said cam shaft and engine output shaft based on the hydraulic pressure supply from the 2nd hydraulic-pressure-supply means, The 1st desired value calculation means which computes the desired value of said amount of valve lifts according to an engine's operational status, So that the amount of valve lifts when the 1st detection value detected by the 1st detection means which detects said amount of valve lifts, and said 1st detection means becomes near [which is computed by said desired value calculation means] the desired value may be held When continuing the condition that there are the 1st maintenance control means and said 1st detection value which controls the hydraulic pressure supply by said hydraulic-pressure-supply means, The 1st learning-control means which performs learning control for comparing this 1st detection value with the desired value at that time, evaluating the control-command value of said 1st maintenance control means, and correcting this control-command value based on the evaluation, The 2nd

desired value calculation means which computes the desired value of said valve timing according to an engine's operational status, So that valve timing when the 2nd detection value detected by the 2nd detection means which detects said valve timing, and said 2nd detection means becomes near [which is computed by said 2nd desired value calculation means] the desired value may be held When continuing the condition that there are the 2nd maintenance control means and said 2nd detection value which controls the hydraulic pressure supply by said hydraulic-pressure-supply means, Compare this 2nd detection value with the desired value at that time, and the control-command value of said 2nd maintenance control means is evaluated. It has the 2nd learning-control means which performs learning control for correcting this control-command value based on the evaluation. Carry out fixed control of said valve timing adjustable device at the time of the learning control of said amount of valve lifts adjustable device, and let it be the summary to carry out fixed control of said amount of valve lifts adjustable device at the time of the learning control of said valve timing adjustable device.

[0027] Usually, when using combining the good fluctuation valve system using the three-dimension cam indicated to claim 1, and the valve timing adjustable device which makes valve timing adjustable with the above-mentioned configuration according to the above-mentioned good fluctuation valve system, it may become difficult to perform correctly learning control of the above-mentioned maintenance command value.

[0028] According to this point and the above-mentioned configuration, in case learning control of the maintenance command value of the two above-mentioned devices is performed, learning control of the maintenance command value of each [these] device can be correctly performed by carrying out fixed control of the near device which is not set as the object of learning control compulsorily.

[0029] Let things be the summary for setting invention according to claim 8 to invention according to claim 7, fixed control of said valve timing adjustable device at the time of the learning control of said amount of valve lifts adjustable device being performed in the maximum lag side of said valve timing, and fixed control of said amount of valve lifts adjustable device at the time of the learning control of said valve timing adjustable device being performed in the minimum lift side of said amount of valve lifts.

[0030] According to the above-mentioned configuration, it can avoid now suitably that the amount of valves overlap becomes excessive at the time of learning control by carrying out valve timing in the maximum lag side, and carrying out fixed control of the amount of valve lifts in the amount side of the minimum lifts at the time of the learning control of a valve timing adjustable device at the time of the learning control of the amount of valve lifts adjustable device.

[0031] Invention according to claim 9 has the cam shaft in which the three-dimension cam which changes continuously [a cam profile] in the direction of a cam shaft was prepared. The amount of valve lifts adjustable device which makes adjustable the amount of valve lifts of an engine bulb according to the displacement location to the direction of a cam shaft of this cam shaft based on the hydraulic pressure supply from the 1st hydraulic-pressure-supply means, The valve timing adjustable device which makes valve timing of said engine bulb adjustable according to modification of the phase pair-of-observations rearrangement phase of said cam shaft and engine output shaft based on the hydraulic pressure supply from the 2nd hydraulic-pressure-supply means, The 1st desired value calculation means which computes the desired value of said amount of valve lifts according to an engine's operational status, So that the amount of valve lifts when the 1st detection value detected by the 1st detection means which detects said amount of valve lifts, and said 1st detection means becomes near [which is computed by said desired value calculation means] the desired value may be held When continuing the condition that there are the 1st maintenance control means and said 1st detection value which controls the hydraulic pressure supply by said hydraulic-pressure-supply means, The 1st learning-control means which performs learning control for comparing this 1st detection value with the desired value at that time, evaluating the control-command value of said 1st maintenance control means, and correcting this control-command value based on the evaluation, The 2nd desired value calculation means which computes the desired value of said valve timing according to an engine's operational status, So that valve timing when the 2nd detection value detected by the 2nd detection means which detects said valve timing, and said 2nd detection means becomes near [which is computed by said 2nd desired value calculation means] the desired value may be held When continuing the condition that there are the 2nd maintenance control means and said 2nd detection value which controls the hydraulic pressure supply by said hydraulic-pressure-supply means, Compare this 2nd detection value with the desired value at that time, and the control-command value of said 2nd maintenance control means is evaluated. It has the 2nd learning-control means which performs learning control for correcting this control-command value based on the evaluation, and let it be the summary to perform learning control by said 2nd learning-

control means, on condition that the learning control by said 1st learning-control means is made normally. [0032] According to the above-mentioned configuration, early stabilization about maintenance control which led the amount of said valve lifts adjustable device comes to be attained by the learning control of the amount of valve lifts adjustable device having priority, and being performed.

[0033]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, 1 operation gestalt which materialized the bulb property control unit of the internal combustion engine of this invention is explained according to drawing 1 - drawing 8.

[0034] The gasoline engine 11 for mount of a serial 4-cylinder (only henceforth an "engine") is shown in drawing 1 as an internal combustion engine. The engine 11 is equipped with the cylinder block 13 with which the piston 12 which carries out both-way migration was formed, oil-pan-mechanism 13a prepared in the cylinder block 13 bottom, and the cylinder head 14 prepared in the cylinder block 13 bottom.

[0035] The crankshaft 15 which is an output shaft is supported by the lower part of this engine 11 pivotable, and the piston 12 is connected with this crankshaft 15 through the connecting rod 16. And both-way migration of a piston 12 is changed into rotation of a crankshaft 15 by the connecting rod 16. Moreover, a combustion chamber 17 is established in the piston 12 bottom, and the inhalation-of-air path 18 and the flueway 19 are connected to this combustion chamber 17. And the inhalation-of-air path 18 and a combustion chamber 17 are opened for free passage and intercepted with an intake valve 20, and a flueway 19 and a combustion chamber 17 are opened for free passage and intercepted by the exhaust air bulb 21.

[0036] On the other hand, the inspired air flow path cam shaft 22 and the exhaust side cam shaft 23 are formed in the cylinder head 14 in parallel. It is supported movable to that the inspired air flow path cam shaft 22 is pivotable and shaft orientations at the cylinder head 14 top, and although the exhaust side cam shaft 23 is pivotable, it is supported by shaft orientations on the cylinder head 14 impossible [migration].

[0037] The valve timing adjustable actuator 24 equipped with timing pulley 24a is formed in the end section of the inspired air flow path cam shaft 22, and amount of lifts adjustable actuator 22a for making the other end move the inspired air flow path cam shaft 22 to shaft orientations is prepared in it. Moreover, the timing pulley 25 is attached in the end section of the exhaust side cam shaft 23. Timing pulley 24a of this timing pulley 25 and the valve timing adjustable actuator 24 is connected with pulley 15a attached in the crankshaft 15 through the timing belt 26. And these inspired air flow path cam shaft 22 and the exhaust side cam shaft 23 rotate synchronizing with rotation of a crankshaft 15 by transmitting rotation of the crankshaft 15 as a driving-side revolving shaft to the inspired air flow path cam shaft 22 and the exhaust side cam shaft 23 as a follower side revolving shaft through a timing belt 26.

[0038] The air inlet cam 27 which contacts the upper limit of an intake valve 20 is formed in the inspired air flow path cam shaft 22, and the exhaust cam 28 which contacts the upper limit of the exhaust air bulb 21 is formed in the exhaust side cam shaft 23. And if the inspired air flow path cam shaft 22 rotates, the closing motion drive of the intake valve 20 will be carried out by the air inlet cam 27, and if the exhaust side cam shaft 23 rotates, the closing motion drive of the exhaust air bulb 21 will be carried out by the exhaust cam 28.

[0039] Here, although the cam profile of an exhaust cam 28 is fixed to the shaft orientations of the exhaust side cam shaft 23, the cam profile of an air inlet cam 27 is changing to the shaft orientations of the inspired air flow path cam shaft 22 continuously, as shown in drawing 2. That is, the air inlet cam 27 is constituted as a three-dimension cam mentioned above.

[0040] And if the inspired air flow path cam shaft 22 moves in the direction of arrow-head A, while the amount of valve lifts of the intake valve 20 by the air inlet cam 27 will become large gradually, the valve-opening time amount of an intake valve 20 becomes long gradually. Moreover, with the direction of arrow-head A, if the inspired air flow path cam shaft 22 moves to hard flow, while the amount of valve lifts of the intake valve 20 by the air inlet cam 27 will become small gradually, the valve-opening time amount of an intake valve 20 becomes short gradually. Therefore, adjustment of the valve-opening time amount of an intake valve 20 and the amount of valve lifts can be performed by moving the inspired air flow path cam shaft 22 to the shaft orientations.

[0041] In addition, the amount of valve lifts adjustable device concerning this operation gestalt is equipped with above-mentioned amount of lifts adjustable actuator 22a, and the 1st oil control valve (OCV) 36, and is constituted.

[0042] Next, amount of lifts adjustable actuator 22a for moving the inspired air flow path cam shaft 22 to the shaft orientations and its amount of lifts adjustable actuator 22a are explained based on drawing 3 about the oil supply structure for driving with oil pressure.

[0043] As shown in drawing 3, amount of lifts adjustable actuator 22a consists of a cylinder tube 31 which

makes tubed, a piston 32 prepared in the cylinder tube 31, and an end cover 33 of the pair prepared so that both-ends opening of a cylinder tube 31 might be plugged up. This cylinder tube 31 is being fixed to the cylinder head 14.

[0044] The inspired air flow path cam shaft 22 is connected with the piston 32 through auxiliary shaft 33a which penetrated one end cover 33. In addition, anti-friction-bearing 33b intervenes between auxiliary shaft 33a and the inspired air flow path cam shaft 22, and amount of lifts adjustable actuator 22a enables it to drive smoothly the inspired air flow path cam shaft 22 to rotate in the direction of a revolving shaft through auxiliary shaft 33a and anti-friction-bearing 33b.

[0045] The inside of a cylinder tube 31 is divided by 1st pressure room 31a and 2nd pressure room 31b with the piston 32. The 1st feeding-and-discarding path 34 formed in one end cover 33 is connected to 1st pressure room 31a, and the 2nd feeding-and-discarding path 35 formed in the end cover 33 of another side is connected to 2nd pressure room 31b.

[0046] And if hydraulic oil is alternatively supplied to 1st pressure room 31a and 2nd pressure room 31b through the 1st feeding-and-discarding path 34 or the 2nd feeding-and-discarding path 35, a piston 32 will move to the shaft orientations of the inspired air flow path cam shaft 22. The inspired air flow path cam shaft 22 also moves to those shaft orientations with migration of this piston 32.

[0047] The 1st feeding-and-discarding path 34 and the 2nd feeding-and-discarding path 35 are connected to the 1st oil control valve 36. The supply path 37 and the discharge path 38 are connected to this 1st oil control valve 36. And the supply path 37 is connected to said oil-pan-mechanism 13a through the oil pump P driven with rotation of a crankshaft 15, and direct continuation of the discharge path 38 is carried out to oil-pan-mechanism 13a.

[0048] The 1st oil control valve 36 is equipped with casing 39, and the 1st feeding-and-discarding port 40, the 2nd feeding-and-discarding port 41, the 1st discharge port 42, the 2nd discharge port 43, and the supply port 44 are established in casing 39. The 2nd feeding-and-discarding path 35 is connected to these 1st feeding-and-discarding port 40, and the 1st feeding-and-discarding path 34 is connected to the 2nd feeding-and-discarding port 41. Furthermore, the above-mentioned supply path 37 is connected to a supply port 44, and the above-mentioned discharge path 38 is connected to the 1st discharge port 42 and the 2nd discharge port 43. moreover -- the inside of casing 39 -- four valve portions 45 -- having -- a coil spring 46 and electromagnetism -- the spool 48 energized in the respectively reverse direction by the solenoid 47 is formed.

[0049] and electromagnetism -- in the magnetic neutral state of a solenoid 47, spool 48 is arranged by the elastic force of a coil spring 46 at the end side (right-hand side in drawing 3) of casing 39, the 1st feeding-and-discarding port 40 and the 1st discharge port 42 are open for free passage, and the 2nd feeding-and-discarding port 41 and a supply port 44 are open for free passage. In this condition, the hydraulic oil in oil-pan-mechanism 13a is supplied to 1st pressure room 31a through the supply path 37, the 1st oil control valve 36, and the 1st feeding-and-discarding path 34. Moreover, the hydraulic oil which was in 2nd pressure room 31b is returned into oil-pan-mechanism 13a through the 2nd feeding-and-discarding path 35, the 1st oil control valve 36, and the discharge path 38. Consequently, a piston 32 and the inspired air flow path cam shaft 22 move to an arrow head A and hard flow.

[0050] on the other hand -- electromagnetism -- when a solenoid 47 is excited, spool 48 resists the elastic force of a coil spring 46, it is arranged at the other end side (it sets to drawing 3 and is left-hand side) of casing 39, the 2nd feeding-and-discarding port 41 is open for free passage with the 2nd discharge port 43, and the 1st feeding-and-discarding port 40 is open for free passage with a supply port 44. In this condition, the hydraulic oil in oil-pan-mechanism 13a is supplied to 2nd pressure room 31b through the supply path 37, the 1st oil control valve 36, and the 2nd feeding-and-discarding path 35. Moreover, the hydraulic oil which was in 1st pressure room 31a is returned in oil-pan-mechanism 13a through the 1st feeding-and-discarding path 34, the 1st oil control valve 36, and the discharge path 38. Consequently, a piston 32 and the inspired air flow path cam shaft 22 move in the direction of arrow-head A.

[0051] furthermore, electromagnetism -- if the electric supply to a solenoid 47 is controlled and spool 48 is located in the middle of casing 39, the 1st feeding-and-discarding port 40 and the 2nd feeding-and-discarding port 41 will be blockaded, and migration of the hydraulic oil which leads these feeding-and-discarding ports 40 and 41 will be forbidden. In this condition, the feeding and discarding of hydraulic oil are not performed to 1st pressure room 31a and 2nd pressure room 31b, but in 1st pressure room 31a and 2nd pressure room 31b, restoration maintenance of the hydraulic oil is carried out, and a piston 32 and the inspired air flow path cam shaft 22 are fixed.

[0052] Next, the above-mentioned valve timing adjustable actuator 24 for adjusting the closing motion

timing of an intake valve 20 is explained in detail based on drawing 4 . As shown in drawing 4 , the valve timing adjustable actuator 24 is equipped with timing pulley 24a. This timing pulley 24a is equipped with the cylinder part 51 which the inspired air flow path cam shaft 22 penetrates, the disk section 52 which projects from the peripheral face of a cylinder part 51, and two or more external teeth 53 prepared in the peripheral face of the disk section 52. The cylinder part 51 of the above-mentioned timing pulley 24a is supported by bearing 14a of the cylinder head 14 pivotable. And the inspired air flow path cam shaft 22 has penetrated the cylinder part 51 so that it may slide to the shaft orientations and can move to them.

[0053] Moreover, the inner gear 54 prepared so that the point of the inspired air flow path cam shaft 22 might be covered is being fixed with the bolt 55. This inner gear 54 is making the configuration that minor diameter gear section 54b of slanting teeth was formed in two steps as well as major-diameter gear section 54a of slanting teeth, as shown in drawing 5 .

[0054] Furthermore, the subgear 56 which equipped minor diameter gear section 54b of the inner gear 54 with internal-tooth 56b of slanting teeth as well as external-tooth 56a of slanting teeth is clenched as the internal-tooth 56b shows to drawing 4 . In the case of this tabling, the ring-like spring washer 57 is arranged between the inner gear 54 and the subgear 56, and it is energizing to shaft orientations so that the subgear 56 may be separated from the inner gear 54. In addition, the outer diameter of the inner gear 54 and the subgear 56 is the same, and the skew ratio of the slanting teeth is a skew ratio combinable with helical spline 61b prepared in the part where the vane rotor 61 explained below corresponds, respectively.

[0055] The covering 60 which seals housing 59, and the 1st pressure room 70 and the 2nd pressure room 71 later mentioned in inside housing 59 with two or more bolts 58 (here four bolts) is attached in the disk section 52 of timing pulley 24a. In addition, hole 60a for opening wide cylindrical space 61c mentioned later, and performing smoothly sliding to the shaft orientations of the inspired air flow path cam shaft 22 is prepared in the core of covering 60.

[0056] The condition of having removed the above-mentioned bolt 58, covering 60, and a bolt 55 to drawing 6 , and having seen the interior of housing 59 from Hidari in drawing 4 to it is shown. In addition, the valve timing adjustable actuator 24 of drawing 4 shows the cross-section condition in the B-B line in drawing 6 .

[0057] Housing 59 is equipped with two or more walls 62, 63, 64, and 65 (here four) which project toward the direction of a core from inner skin 59a as shown in this drawing 6 . And the disc-like vane rotor 61 which touches in peripheral face 61a is arranged rotatable to the apical surface of the walls 62, 63, 64, and 65.

[0058] Cylindrical space 61c (drawing 4) is formed in the core of the disc-like vane rotor 61, it is especially in this operation gestalt, and helical spline 61b which has a predetermined twist angle in the whole inner skin to the shaft orientations of the inspired air flow path cam shaft 22 is formed. Both major-diameter gear section 54a of the inner gear 54 which consists of slanting teeth and which was mentioned above, and external-tooth 56a of the subgear 56 are clenched by this helical spline 61b. About the twist angle of this helical spline 61b, detailed explanation about an operation is behind given in that include-angle setting mode list.

[0059] On the other hand, according to tabling with internal-tooth 56b of the subgear 56 mentioned above and minor diameter gear section 54b of the inner gear 54 which this also becomes from slanting teeth, and the operation with a spring washer 57, major-diameter gear section 54a of the inner gear 54 and external-tooth 56a of the subgear 56 come to produce the energization force relatively rotated to hard flow. For this reason, while the backlash between helical spline 61b and gears 54 and 56 is absorbed and being able to arrange the inner gear 54 with high precision to the vane rotor 61, that tap tone also comes to be controlled.

[0060] Moreover, the disc-like vane rotor 61 was projected to the space between walls 62, 63, 64, and 65, and equips the peripheral face 61a with the vanes 66, 67, 68, and 69 which have touched the tip at inner skin 59a of housing 59. These vanes 66, 67, 68, and 69 form the 1st pressure room 70 and the 2nd pressure room 71 by dividing the space between walls 62, 63, and 64 and 65.

[0061] In the valve timing adjustable actuator 24 of a configuration of having mentioned above, if a crankshaft 15 rotates by engine drive and the rotation is transmitted to timing pulley 24a through a timing belt 26, timing pulley 24a and the inspired air flow path cam shaft 22 will rotate to one in the state of the rotation phase contrast currently adjusted. It is as having mentioned above that the closing motion drive of the intake valve 20 (drawing 1) is carried out with rotation of this inspired air flow path cam shaft 22.

[0062] And at the time of the drive of an engine 11, by the oil pressure control to the 1st pressure room 70 and the 2nd pressure room 71, if the vane rotor 61 is rotated relatively [hand of cut] to housing 59, namely, if adjustment control of rotation phase contrast will be performed to the side which carries out the tooth lead angle of the inspired air flow path cam shaft 22 to a crankshaft 15, the closing motion timing of an intake

valve 20 will become early.

[0063] Moreover, conversely, if the vane rotor 61 is rotated relatively [hand of cut] to hard flow to housing 59 (i.e., if adjustment control of rotation phase contrast is performed to the side which carries out the lag of the inspired air flow path cam shaft 22 to a crankshaft 15), the closing motion timing of an intake valve 20 will become late.

[0064] In addition, closing motion timing is delayed at the time of low rotation of an engine 11, and, as for an intake valve 20, closing motion timing is usually brought forward at the time of high rotation of an engine 11. This is for raising the inhalation effectiveness of the mixed gas to a combustion chamber 17 at the time of high rotation of an engine 11 while aiming at stability of engine rotation at the time of low rotation of an engine 11.

[0065] Next, it is in the valve timing adjustable actuator 24, and the structure which carries out the oil pressure control of the rotation phase contrast between housing 59 and the vane rotors 61 for adjusting the closing motion timing of an intake valve 20 is explained.

[0066] As shown in drawing 6, the oilway opening 80 for tooth lead angles carries out opening to the 1st pressure room 70 side of each walls 62-65 which project inside housing 59, respectively, and the oilway opening 81 for lags is carrying out opening to the 2nd pressure room 71 side of each walls 62-65, respectively. Moreover, among each walls 62-65 which touch the oilway opening 80 for tooth lead angles, even if vanes 66-69 have plugged up the oilway opening 80 for tooth lead angles, Crevices 62a-65a are established in the disk section 52 (drawing 4) side so that the oil pressure which the vane rotor 61 rotates in the direction of a tooth lead angle can be given. Similarly, among each walls 62-65 which touch the oilway opening 81 for lags, even if vanes 66-69 have plugged up the oilway opening 81 for lags, Crevices 62b-65b are established in the disk section 52 (drawing 4) side so that the oil pressure which the vane rotor 61 rotates in the direction of a lag can be given.

[0067] On the other hand, as shown in drawing 4, each oilway opening 80 for tooth lead angles is connected to one periphery slot 51a of a cylinder part 51 by the tooth-lead-angle control oilway 84 in the disk section 52, and the tooth-lead-angle control oilways 86 and 88 in a cylinder part 51. Moreover, each oilway opening 81 for lags is connected to periphery slot 51b of another side of a cylinder part 51 by the lag control oilway 85 in the disk section 52, and the lag control oilways 87 and 89 in a cylinder part 51.

[0068] Moreover, the lubricating oil way 90 which branched from the lag control oilway 87 in a cylinder part 51 is connected to the broad inner circumference slot 91 established in inner skin 51c of a cylinder part 51. By this, the hydraulic oil which flows the inside of the lag control oilway 87 is led to inner skin 51c of a cylinder part 51, and edge outside peripheral surface 22b of the inspired air flow path cam shaft 22 as a lubricating oil.

[0069] One periphery slot 51a of a cylinder part 51 is connected to the 2nd oil control valve 94 through the tooth-lead-angle control oilway 92 in the cylinder head 14, and periphery slot 51b of another side of a cylinder part 51 is connected to the 2nd oil control valve 94 through the lag control oilway 93 in the cylinder head 14.

[0070] The supply path 95 and the discharge path 96 are connected to the 2nd oil control valve 94. And it has connected with oil-pan-mechanism 13a through the same oil pump P, and the supply path 95 is carrying out direct continuation of the discharge path 96 to having used with the 1st oil control valve 36 at oil-pan-mechanism 13a. Therefore, an oil pump P sends out hydraulic oil from oil-pan-mechanism 13a to two supply paths 37 and 95.

[0071] the 2nd oil control valve 94 is constituted like the 1st oil control valve 36 -- having -- casing 102, the 1st feeding-and-discarding port 104, the 2nd feeding-and-discarding port 106, a valve portion 107, the 1st discharge port 108, the 2nd discharge port 110, a supply port 112, a coil spring 114, and electromagnetism -- it has the solenoid 116 and the spool 118. And the lag control oilway 93 in the cylinder head 14 is connected to the 1st feeding-and-discarding port 104, and the tooth-lead-angle control oilway 92 in the cylinder head 14 is connected to the 2nd feeding-and-discarding port 106. Moreover, the supply path 95 is connected to a supply port 112, and the discharge path 96 is connected to the 1st discharge port 108 and the 2nd discharge port 110.

[0072] therefore, electromagnetism -- in the magnetic neutral state of a solenoid 116, spool 118 is arranged by the elastic force of a coil spring 114 at the end side (it sets to drawing 4 and is right-hand side) of casing 102, the 1st feeding-and-discarding port 104 and the 1st discharge port 108 are open for free passage, and the 2nd feeding-and-discarding port 106 is open for free passage with a supply port 112. In this condition, the hydraulic oil in oil-pan-mechanism 13a is supplied to the 1st pressure room 70 of the valve timing adjustable actuator 24 through the supply path 95, the 2nd oil control valve 94, the tooth-lead-angle control

oilway 92, periphery slot 51a, the tooth-lead-angle control oilway 88, the tooth-lead-angle control oilway 86, the tooth-lead-angle control oilway 84, the oilway opening 80 for tooth lead angles, and Crevices 62a, 63a, 64a, and 65a. Moreover, the hydraulic oil which was in the 2nd pressure room 71 of the valve timing adjustable actuator 24 is returned into oil-pan-mechanism 13a through Crevices 62b, 63b, 64b, and 65b, the oilway opening 81 for lags, the lag control oilway 85, the lag control oilway 87, the lag control oilway 89, periphery slot 51b, the lag control oilway 93, the 2nd oil control valve 94, and the discharge path 96.

Consequently, as the vane rotor 61 carries out relative rotation in the direction of a tooth lead angle and mentioned above to it to housing 59, the closing motion timing of an intake valve 20 is brought forward. [0073] on the other hand -- electromagnetism -- when a solenoid 116 is excited, spool 118 resists the elastic force of a coil spring 114, it is arranged at the other end side (it sets to drawing 4 and is left-hand side) of casing 102, the 2nd feeding-and-discarding port 106 is open for free passage with the 2nd discharge port 110, and the 1st feeding-and-discarding port 104 is open for free passage with a supply port 112. In this condition, the hydraulic oil in oil-pan-mechanism 13a is supplied to the 2nd pressure room 71 of the valve timing adjustable actuator 24 through the supply path 95, the 2nd oil control valve 94, the lag control oilway 93, periphery slot 51b, the lag control oilway 89, the lag control oilway 87, the lag control oilway 85, the oilway opening 81 for lags, and Crevices 62b, 63b, 64b, and 65b. Moreover, the hydraulic oil which was in the 1st pressure room 70 of the valve timing adjustable actuator 24 is returned into oil-pan-mechanism 13a through Crevices 62a, 63a, 64a, and 65a, the oilway opening 80 for tooth lead angles, the tooth-lead-angle control oilway 84, the tooth-lead-angle control oilway 86, the tooth-lead-angle control oilway 88, periphery slot 51a, the tooth-lead-angle control oilway 92, the 2nd oil control valve 94, and the discharge path 96. Consequently, as the vane rotor 61 carries out relative rotation in the direction of a lag and mentioned above to it to housing 59, closing motion timing of an intake valve 20 is made late.

[0074] furthermore, electromagnetism -- if the electric supply to a solenoid 116 is controlled and spool 118 is located in the middle of casing 102, the 1st feeding-and-discarding port 104 and the 2nd feeding-and-discarding port 106 will be blockaded, and migration of the hydraulic oil which leads these feeding-and-discarding port 104,106 will be forbidden. In this condition, the feeding and discarding of hydraulic oil are not performed to the 1st pressure room 70 or the 2nd pressure room 71 of the valve timing adjustable actuator 24, but restoration maintenance of the hydraulic oil is carried out into the 1st pressure room 70 and the 2nd pressure room 71, and the vane rotor 61 stops the relative rotation to housing 59. Consequently, the closing motion timing of an intake valve 20 is held at a condition when the vane rotor 61 is fixed.

[0075] In addition, the valve timing adjustable device of this operation gestalt is equipped with the valve timing adjustable actuator 24 and the 2nd oil control valve (OCV) 94, and is constituted.

[0076] If it is in the amount of lifts adjustable device and valve timing adjustable device which were mentioned above, drive control of OCV36 and OCV94 is carried out through an electronic control unit (henceforth "ECU") 130, respectively, and the closing motion property of an intake valve 20 is changed by the control. This ECU130 is constituted as a logic operation circuit equipped with CPU132, ROM133, RAM134, and backup RAM135 grade, as shown in drawing 1.

[0077] Here, ROM133 is memory the table referred to in case various control programs and the various control programs of those are performed, a map, etc. are remembered to be. CPU132 performs data processing required for control based on the various control programs memorized by ROM133. Moreover, RAM134 is memory which memorizes temporarily the data inputted from the result of an operation and each sensor in CPU132, and backup RAM 135 is the memory of the non-volatile which memorizes the data which should be saved at the time of a halt of an engine 11. And CPU132, ROM133, RAM134, and backup RAM 135 are connected with the external input circuit 137 and the external output circuit 138 while connecting mutually through a bus 136.

[0078] Various sensors for detecting the operational status of an engine 11, such as a coolant temperature sensor 127, an intake-pressure sensor which is not illustrated, and a throttle sensor, and the crank angle sensor 123 and the cam angle sensor 126 are connected to the external input circuit 137. Moreover, OCV36 and OCV94 are connected to the external output circuit 138.

[0079] Even if it is the case where the three-dimension cam illustrated to drawing 2 is used, when carrying out the variation rate of the inspired air flow path cam shaft 22 to shaft orientations, the valve-opening stage of an intake valve 20 is fixed, and he is trying only for a clausilium stage to change with setup of the twist angle of helical spline 61b especially mentioned above with this operation gestalt, although bulb property control of an intake valve 20 is performed through ECU130 of such a configuration.

[0080] When it is going to perform finer bulb property control combining the amount of lifts adjustable actuator, and the valve timing adjustable actuator 24, he is trying to avoid the following problem to produce

by this. That is, in order to determine valve timing correctly, it is the problem that it will be inadequate just to control this valve timing adjustable actuator 24, it will be necessary to also take into consideration the actuation situation of the above-mentioned amount of lifts adjustable actuator 22a which determines a lift property, and adaptation of the controlled variable by these actuators becomes complicated.

[0081] Then, he is trying to avoid the above-mentioned problem in this operation gestalt by installing in the degree difference of crank angle with the valve-opening stage of an inlet valve in case the valve-opening stage and the amount of valve lifts of an inlet valve in case the amount of valve lifts which mentioned the twist angle above is max are min using helical spline 61b mentioned above.

[0082] Thereby, in bulb property control of an intake valve 20, a valve timing adjustable device is controllable by controlling the amount of valve lifts adjustable device independently, respectively to the value of a request of these bulb property about the amount of valve lifts of this intake valve 20 again about valve-opening stage control of this intake valve 20.

[0083] By the way, the bulb property concerning control of the amount of valve lifts adjustable device by the above ECU 130 and a valve timing adjustable device is computed based on the detection result of the cam angle sensor 126 mentioned above and the crank angle sensor 123. Here, the structure for detecting the migration location of the air inlet cam 27 to the direction of an axis of the inspired air flow path cam shaft 22 and the variation of the phase pair-of-observations rearrangement phase of the inspired air flow path cam shaft 22 to a crankshaft 15 is explained using drawing 1, drawing 7, and drawing 8.

[0084] As shown in drawing 1, in the crankshaft 15, crank side detected part 123a of the pair which consists of the magnetic substance protrudes on the peripheral face of the edge of pulley 15a and the opposite side, and the crank angle sensor 123 is formed near the edge of the crankshaft 15. Moreover, in the inspired air flow path cam shaft 22, detected part 126 for criteria a of a pair and detected part 126b for one movement magnitude which this also becomes from the magnetic substance protrude on the peripheral face of the edge of the valve timing adjustable actuator 24 and the opposite side, and the cam angle sensor 126 is formed near the edge of the inspired air flow path cam shaft 22.

[0085] Crank side detected part 123a of a top Norikazu pair is prolonged in the shape of a straight line in the direction of an axis of a crankshaft 15, as shown in drawing 7 (a) and (b), and include-angle spacing centering on the axis of the crankshaft 15 in these crank side detected part 123a has become 180 degrees. And if a crankshaft 15 rotates, crank side detected part 123a of a pair will pass to the hand of cut of a crankshaft 15 to the crank angle sensor 123. If crank side detected part 123a and the crank angle sensor 123 pass each other, induction of the current will be carried out to the crank angle sensor 123, and it will come to be outputted from this sensor 123 as a pulse signal.

[0086] Moreover, as shown in drawing 8 (a) and (b), detected part 126a for criteria of the above-mentioned pair is prolonged in the shape of a straight line in the direction of an axis of the inspired air flow path cam shaft 22, and include-angle spacing centering on the axis of the inspired air flow path cam shaft 22 in detected part 126a for these criteria has become 180 degrees. In the peripheral face of the inspired air flow path cam shaft 22, detected part 126b for movement magnitude was prepared in the location corresponding to between detected part 126a for criteria of a pair, and detected part 126b for the said movement magnitude is spirally prolonged in the direction of an axis of the inspired air flow path cam shaft 22. And if the inspired air flow path cam shaft 22 rotates, detected part 126 for criteria a of a pair and detected part 126b for one movement magnitude will pass each other to the cam angle sensor 126 to the hand of cut of the inspired air flow path cam shaft 22. If the cam angle sensor 126, detected part 126 for criteria a, and detected part 126b for movement magnitude pass each other, induction of the current will be carried out to the cam angle sensor 126, and it will come to be outputted from this sensor 126 as a pulse signal.

[0087] Next, the electric configuration of the bulb property control unit in this operation gestalt is explained with reference to drawing 1. If it is in this bulb property control unit, drive control of the 1st above OCV 36 and 2nd OCV94 is carried out through an electronic control unit (henceforth "ECU") 130, and the closing motion property of an intake valve 20 is changed by that control. This ECU130 is constituted as a theoretical arithmetic circuit equipped with ROM133, CPU132, RAM134, and backup RAM135 grade.

[0088] Here, ROM133 is memory the map referred to in case various control programs and the various control programs of those are performed is remembered to be. CPU132 performs data processing for which it asks based on the various control programs memorized by ROM133. Moreover, RAM135 is memory which memorizes temporarily the data inputted from the result of an operation and each sensor in CPU132, and backup RAM 135 is the memory of the non-volatile which memorizes the data which should be saved at the time of a halt of an engine 11. And ROM133, CPU132, RAM134, and backup RAM 135 are connected with the external input circuit 137 and the external output circuit 138 while connecting mutually through a

bus 136.

[0089] Various sensors for detecting the operational status of an engine 11, such as an engine-speed sensor which detects the engine speed NE of an engine 11, an intake-pressure sensor which detects the intake pressure PM of this engine 11, a coolant temperature sensor which detects the water temperature TA of an engine 11, a throttle sensor, etc. which are not illustrated, and the above-mentioned crank angle sensor 123 and the cam angle sensor 126 are connected to the external input circuit 137. Moreover, said the 1st OCV36 and 2nd OCV94 are connected to the external output circuit 138.

[0090] With this operation gestalt, bulb property control of an intake valve 20 is performed through ECU130 of such a configuration. That is, ECU130 carries out drive control of 2nd OCV94 based on the detecting signal from the various sensors which are not illustrated for detecting the operational status of an engine 11, and it operates the valve timing adjustable actuator 24 so that it may become the closing motion timing (desired value VVA) to which the intake valve 20 fitted the operational status of an engine 11. Moreover, ECU130 carries out drive control of 1st OCV36 based on the detecting signal from the various above-mentioned sensors, and it operates amount of lifts adjustable actuator 22a so that the valve-opening time amount and the amount of valve lifts of an intake valve 20 may serve as a value (desired value VLA) suitable for the operational status of an engine 11.

[0091] On the other hand, ECU130 inputs the pulse signal from the crank angle sensor 123 and the cam angle sensor 126. That is, synchronizing with rotation of a crankshaft 15, the crank angle sensor 123 generates the pulse P1 of spacing, such as having corresponded to crank side detected part 123a of a pair. Moreover, synchronizing with rotation of the inspired air flow path cam shaft 22, the cam angle sensor 126 generates the pulse P2 corresponding to detected part 126a for criteria of a pair, and the pulse P3 corresponding to detected part 126b for one movement magnitude.

[0092] And in ECU130, based on the above-mentioned pulse P1 and a pulse P2, the closing motion timing of an intake valve 20 is detected (detection value VVR), and the amount of lifts of an intake valve 20 is detected based on the above-mentioned pulse P2 and a pulse P3 (detection value VLR). Thus, feedback control which completes this as desired value VVA and VLA, respectively is performed by detecting the actual bulb property concerning control of the valve timing adjustable actuator 24 and amount of lifts adjustable actuator 22a.

[0093] About control of the valve timing adjustable actuator 24, the learning control indicated by JP,8-338271,A can be used among this bulb property control, for example.

[0094] Next, the control mode of amount of lifts adjustable actuator 22a in this operation gestalt which applied the bulb property control concerning this invention is explained. As mentioned above, the operational status of an engine 11 is supplied to ECU130 as a detecting signal from the various above-mentioned sensors, and it computes the control-command value in order to operate amount of lifts adjustable actuator 22a so that the amount of valve lifts may serve as a value (desired value VLA) suitable for the operational status of an engine 11 based on these. This control-command value is the drive duty ratio DVL which drives amount of lifts adjustable actuator 22a.

[0095] The relation between this drive duty ratio DVL, and the working speed of amount of lifts adjustable actuator 22a by this drive duty ratio DVL, i.e., the rate of the inspired air flow path cam shaft 22, is shown in drawing 9.

[0096] As shown in drawing 9, when it has the value KVL0 with the drive duty ratio DVL, the displacement rate of the inspired air flow path cam shaft 22 is set to "0", and maintenance control of the amount of lifts adjustable device is carried out. And if the drive duty ratio DVL is made into a bigger value than this KVL0 bordering on this value KVL0, since the variation rate of the cam shaft 22 is carried out in the direction of A of drawing 1 by amount of lifts adjustable actuator 22a, the intake valve 20 is shifted to the high lift side by it.

[0097] On the other hand, if the drive duty ratio DVL is set as a value smaller than the equivalent KVL0, since the variation rate of the cam shaft 22 is carried out to the direction of A and hard flow of drawing 1 by amount of lifts adjustable actuator 22a, the intake valve 20 is shifted to the low lift side by it.

[0098] He is trying to set up the drive duty ratio DVL (drawing 9 value KVL0) from which the displacement rate of amount of lifts adjustable actuator 22a is set to "0" as a maintenance command value KVL in this operation gestalt from such a situation. Moreover, he is trying to set up the drive duty ratio DVL of each time by the following formulas (1).

$$DVL = (VLA - VLR) \times K + KVL \quad (1)$$

According to the above-mentioned formula (1), when the detection value VLR is smaller than desired value VLA, the drive duty ratio DVL is set up more greatly than the maintenance command value KVL in order to

perform control by the side of the amount of high lifts. Here, the value only with what [bigger] carried out the multiplication of the multiplier term K to the difference ($VLA - VLR$) of the above-mentioned desired value VLA and the detection value VLR than the maintenance command value KVL is made to be set up as a drive duty ratio DVL .

[0099] On the other hand, when the detection value VLR is larger than desired value VLA , the drive duty ratio DVL is small set up only for value ($VLA - VLR$) $\times K$ rather than the maintenance command value KVL in order to perform control by the side of the amount of low lifts.

[0100] Thus, by the drive duty ratio DVL being set up, control is made in order to bring the amount of valve lifts of an intake valve 20 close to desired value VLA . And the amount of valve lifts is held with the value because the detection value VLR of the amount of valve lifts of an intake valve will carry out maintenance control of the amount of lifts adjustable actuator 22a based on the above-mentioned maintenance command value KVL if it resembles desired value VLA .

[0101] By the way, when the detection value VLR of the amount of valve lifts of an intake valve 20 resembles desired value VLA , in order to shift to maintenance control promptly, it is desirable to set up the above-mentioned value $KVL0$ as a maintenance command value KVL . Control of the amount of valve lifts of an intake valve 20 can be made to shift to maintenance control promptly from adjustable control by setting up this value $KVL0$ as a maintenance command value KVL .

[0102] However, as stated even in the place of a technical problem, this value $KVL0$ has the concern which produces a gap or control hunting accompanying the above-mentioned feedback control etc. produces in a maintenance location on the occasion of actual control, when this value $KVL0$ is set up as a fixed value of the maintenance command value KVL , in order to change with tolerance, aging, etc. as amount of lifts adjustable actuator 22a also containing that hydraulic-pressure-supply system. then, in this operation gestalt, when the variation of "0" and the drive duty ratio DVL is "0", the variation of the detection value VLR of the amount of valve lifts Even if the deflection of the desired value VLA and detection value VLR is not necessarily "0", learning control which updates the above-mentioned drive duty ratio DVL as a new maintenance command value KVL is performed as that to which the deflection originates in the above-mentioned tolerance or aging.

[0103] Here, the learning-control mode concerning this operation gestalt is explained based on the timing diagram of drawing 10. In this example, the maintenance command value KVL originates in the above-mentioned tolerance or aging, and shows the example set as the value $WKVL$ shown in drawing 9 which is separated from the suitable value $KVL0$. First, in time of day $t1$, since the detection value VLR is smaller than desired value VLA , in the formula (1) which computes the drive duty ratio DVL , this drive duty ratio DVL is set as a bigger value than the maintenance command value KVL (here $WKVL$). For this reason, the amount of lifts of an intake valve 20 comes to be controlled to a high lift side, and the detection value VLR approaches desired value VLA .

[0104] However, in time of day $t2$, since the maintenance command value KVL is set as the value $WKVL$, although the detection value VLR is smaller than desired value VLA , maintenance control of the amount of lifts comes to be carried out. That is, in a formula (1), since the thing adding the maintenance command value $WKVL$ which has produced this gap in value ($VLA - VLR$) $\times K$ became equal to a value $KVL0$, maintenance control of the amount of lifts comes to be carried out.

[0105] So, with this operation gestalt, a check of that the period, the detection value VLR , and the drive duty ratio DVL by time of day $t2$ - time of day $t3$ are eternal updates the current drive duty ratio DVL as a maintenance command value KVL . Thereby, since the drive duty ratio DVL shown by the formula (1) serves as a value only with bigger value ($VLA - VLR$) $\times K$ than the maintenance command value KVL , the amount of lifts of an intake valve 20 comes to be controlled again to a high lift side. In this way, it is controlled so that the detection value VLR approaches desired value VLA .

[0106] thus, learning control -- carrying out -- the maintenance command value KVL -- each time -- updating -- things -- an intake valve 20 -- the amount of valve lifts comes to be controlled suitably. By the way, when a transitional period until it is updated by the suitable maintenance command value KVL by such learning control, and the value of the above-mentioned maintenance command value KVL are not suitable values, the amount of valve lifts of an intake valve 20 may become what separated considerably from desired value VLA . And since there is a possibility that the case where the amount of lifts becomes large too much may cause a flame failure and an engine stall about the gap from this desired value VLA , it is especially serious.

[0107] Then, he is trying to memorize further the value of the drive duty ratio DVL to which the amount of valve lifts of an intake valve 20 becomes small relatively as initial value $KVLI$ of the maintenance

command value KVL in an operation gestalt.

[0108] And when filling the following condition (c1) - (c3), the maintenance command value KVL is initialized with initial value KVL_I, and it is made to perform bulb property control of the amount of valve lifts adjustable device.

(c1) When an engine 11 goes into operational status for the first time.

(c2) When an engine 11 is first operated after being exchanged for a new dc-battery.

(c3) When the amount of valve lifts adjustable device returned from failure and becomes controllable [always / forward].

[0109] That is, in filling at least one of the above-mentioned condition (c1) - (c3), the maintenance command value KVL may be considerably separated from the suitable value, and he is trying to set up the above-mentioned initial value KVL_I as a maintenance command value KVL at a transitional period until it is updated by the suitable maintenance command value KVL by learning control in that case.

[0110] Next, the control procedure of bulb property control of this operation gestalt which took in such learning control is explained based on drawing 11 and drawing 12 . Drawing 11 and drawing 12 are routines which show the learning-control procedure and the amount control procedure of valve lifts of this operation gestalt. This routine is periodically performed by predetermined time interruption etc. by ECU130.

[0111] On the occasion of these control procedures, the various parameters TA which show the operational status of an engine 11 to ECU130, i.e., water temperature, an intake pressure PM, a rotational frequency NE, etc. and the detection value VLR of the above-mentioned amount of lifts are first read in step 100. And in step 110, the desired value VLA of the amount of lifts of an intake valve 20 is computed by the map operation from the above-mentioned parameters TA, PM, and NE etc., for example.

[0112] continuing step 120 -- an engine 11 -- the above-mentioned conditions (c1) -- or (c3) is judged for whether at least one is filled. And when this OR condition is fulfilled, it shifts to step 130. At this step 130, the maintenance command value KVL is initialized based on the reason mentioned above with the initial value KVL_I to which the amount of valve lifts becomes small relatively.

[0113] on the other hand -- step 120 -- setting -- the above-mentioned conditions (c1) -- or (c3) shifts to step 140 (drawing 12), when neither is filled, or after completing initialization in the above-mentioned step 130.

[0114] The absolute value of the difference of the above-mentioned desired value VLA and the above-mentioned detection value VLR is compared with the predetermined value alpha by this step 140. And when the absolute value of the difference of this desired value VLA and the detection value VLR is below alpha, it shifts to step 190 and the drive duty ratio DVL is computed based on a previous formula (1).

[0115] On the other hand, in step 140, when the absolute value of the difference of this desired value VLA and the detection value VLR is larger than alpha, it shifts to step 160. In this step 160, it is judged whether it is in the condition that the detection value VLR continued (is it amount of detection value changes $\Delta VLR = "0"$ or not?). And it shifts to step 190 that the suitable drive duty ratio DVL should be computed noting that the amount control of lifts is the transitional stage controlled toward desired value VLA, when it is in the condition that the detection value VLR changes.

[0116] On the other hand, when it is judged in step 160 that the detection value VLR is being fixed, it shifts to step 170. It is judged at this step 170 whether the drive duty ratio DVL is changing (is it variation ΔDVL [of a drive duty ratio] = "0" or not?). And when the drive duty ratio DVL is changing, this also shifts to step 190 that the suitable drive duty ratio DVL should be computed noting that the amount control of lifts is the transitional stage controlled toward desired value VLA.

[0117] Moreover, in step 170, if it is judged that the drive duty ratio DVL is not changing, it will shift to step 181. The criteria of step 140 - step 170 show that there is nothing also at the transitional stage when it is not completed as desired value VLA by the detection value VLR of the amount of lifts at, and the amount control of lifts is controlled at this time toward desired value VLA. Therefore, it can be judged that the possibility for which the maintenance command value KVL is not suitable is high. Then, although renewal of study of this maintenance command value KVL will be carried out, he is trying to prepare the next limit concerning step 181 and step 182 on the occasion of activation of this renewal of study with this operation gestalt in this case.

[0118] First, the value (maintenance command value KVL) of the duty ratio DVL concerning maintenance control changes with the temperature of an engine 11. That is, the maintenance command value KVL is high at a low temperature and elevated-temperature side, and there is a property to be low, in the middle temperature field. Therefore, since bulb property control will be performed based on the maintenance command value KVL updated last time if starting between the colds is performed at the time of the next

operation when an engine 11 is in a middle temperature field at the time of the last operation and the maintenance command value KVL is updated by learning control, there is a possibility that a remarkable control error may arise. Then, in this operation gestalt, in step 181, only when this temperature TA is beyond the predetermined temperature beta, it is made for the temperature TA of an engine 11 to judge whether it is beyond the predetermined temperature beta, and to perform renewal of study of the maintenance command value KVL by the learning control concerning step 183. If it puts in another way, when the above-mentioned temperature TA will become under the predetermined temperature beta, he is trying to forbid renewal of study.

[0119] Moreover, a limit exists in the control width of face of the amount of lifts by the amount of valve lifts adjustable device. When the desired value VLA concerning the amount control of lifts becomes near the control limitation of the amount of valve lifts adjustable device, the amount of valve lifts adjustable device may stop and once moving in response to the constraint on a device. And in this constraint, the variation resulting from the individual difference of each adjustable device etc. may arise. Therefore, since it mentioned above when desired value VLA became near the control limitation of the amount of valve lifts adjustable device, when the amount of valve lifts adjustable device stops once moving, there is concern the maintenance command value KVL will be updated by whose unsuitable value. Then, also when desired value VLA judges ***** near [this] the control limitation (adjustable limitation) and this desired value VLA is near the control limitation of the amount of lifts adjustable device, he is trying to forbid renewal of study in step 182 in this operation gestalt.

[0120] With this operation gestalt, in this way, only when the conditions of the above-mentioned step 181 and step 182 are cleared, renewal of study concerning step 183 is performed, and in being other, it shifts to step 190, without performing renewal of the maintenance command value KVL.

[0121] In step 190, the drive duty ratio DVL is computed based on a previous formula (1) as mentioned above, and it shifts to step 200. In this step 200, after controlling OCV36 based on the drive duty ratio DVL computed in step 190, this routine is once ended.

[0122] According to the bulb property control unit of this operation gestalt which performs bulb property control in learning control and a list in the mode explained above and a procedure, the following effectiveness comes to be acquired.

(1) When it is in a continuation condition with a value with the detection value VLR, it can judge whether it is what has the suitable maintenance command value KVL by performing the comparison with desired value VLA and the detection value VLR. And this is correctable under the condition that this maintenance command value KVL is not suitable, when this desired value VLA and the detection value VLR do not approximate. For this reason, it can become possible to control the amount of valve lifts correctly, and can be made to shift to the desired amount of lifts promptly.

[0123] (2) It is avoidable by setting up the control value for controlling the amount of valve lifts adjustable device so that the amount of valve lifts of an intake valve 20 becomes small relatively as initial value KVL_I of the maintenance command value KVL un-arranging [to which the maintenance command value KVL before starting learning control originates in it not being suitable], such as a flame failure and an engine stall.

[0124] (3) Only when the water temperature TA of an engine 11 is beyond the predetermined temperature beta, it is lost that this maintenance command value KVL is updated in the middle temperature field in the inclination for the maintenance command value KVL to differ from the time of starting between the colds and an elevated temperature greatly because it was made to perform renewal of study of the maintenance command value KVL. Therefore, the maintenance command value KVL is updated in a middle temperature field, and when it starts between the colds after that, the concern which a control error remarkable in bulb property control produces can be avoided.

[0125] (4) When the desired value VLA of the amount of valve lifts becomes near the control limitation of the amount of lifts adjustable device and the amount of lifts adjustable device stops once moving by forbidding renewal of the maintenance command value KVL in response to the constraint on a device, the problem of learning the unsuitable maintenance command value KVL can be avoided.

[0126] In addition, this operation gestalt explained above may be changed as follows, and may be carried out.

- In the above-mentioned operation gestalt, although the maintenance command value KVL was initialized to the appointed initial value KVL_I when above-mentioned condition (c1) - (c3) was filled, about the conditions of this initialization, you may change suitably.

[0127] - It replaces with this, and you may make it permit learning control in the above-mentioned operation

gestalt, although [when desired value VLA is near the amount of lifts adjustable limitation,] learning control is forbidden, as shown in step 182 of drawing 11 , adding a limit. By doing in this way, also when desired value VLA is near the amount of lifts adjustable limitation, the maintenance command value KVL can be updated if needed.

[0128] - In the above-mentioned operation gestalt, although learning control was forbidden when the temperature (water temperature, an oil temperature, etc. are included) TA of an engine 11 was under the predetermined temperature beta as shown in step 181 of drawing 11 , this processing is not indispensable for the equipment concerning this invention.

[0129] - Again, on the occasion of the above-mentioned learning control, in the temperature region of each ** of ***** of an engine 11, and ***** , the maintenance command value KVL is updated to each **, and it may be made to interpolate these study value about the middle temperature region. That is, as shown in drawing 13 , after being judged as "YES" in step 170 of previous drawing 12 in this case, a temperature region judgment of the above-mentioned temperature TA is made as this new step 184. And when [that this temperature TA is in ***** or *****] a purport judgment is made, the drive duty ratio DVL at that time is learned in the mode of step 183a or step 183b as the ***** maintenance command value KVL (A) or a ***** maintenance command value KVL (B), respectively. Moreover, when this temperature TA is in a middle region, these maintenance command value KVL (A) and a maintenance command value (B) are interpolated, and the middle region maintenance command value KVL (C) is calculated. and each based on the study value which they-learned or was calculated -- the operation of steps 190a-190c will be performed, and it will ask for the occasional drive duty ratio DVL.

[0130] - In the above-mentioned operation gestalt, although [that the detection value VLR becomes fixed / the value of the detection value VLR / without converging on desired value VLA / the maintenance command value KVL] it judges that it is not set as a suitable value, it may be generated in such phenomena not only when a problem is in a setup of the maintenance command value KVL, but by failure to which a valve lift is fixed by a certain reason. In this case, there is concern by which the study which was mistaken with the learning control concerning the above-mentioned operation gestalt will be made. Therefore, when the detection value VLR becomes fixed [the value of the detection value VLR], without converging on desired value VLA, processing which judges the existence of the abnormalities concerning the amount of valve lifts adjustable device may be performed. For example, what is necessary is just to carry out judging that it is unusual concerning the amount of valve lifts adjustable device etc., when the condition that there is distance does not show a predetermined period continuation and change with the big detection value VLR over a predetermined period between the detection value VLR and desired value VLA. Moreover, as the decision approach of the existence of this abnormality, the approach of arbitration is employable.

[0131] - the voice of the valve timing adjustable device about the time of the learning control which starts the amount of valve lifts adjustable device in the above-mentioned operation gestalt of operation, although it was related like and any limit was not prepared, either If actuation control of the valve timing adjustable device is carried out at the time of the learning control concerning the amount of valve lifts adjustable device Since there is concern to which the detection precision of the detection value VLR of the amount of lifts falls, you may carry out carrying out fixed control of the valve timing adjustable device etc. at the time of the learning control of the amount of valve lifts adjustable device. Furthermore, it is suitably avoidable in this case that the amount of overlap becomes excessive during carrying out fixed control of the valve timing adjustable device to the closing motion timing of the maximum lag, then the maintenance learning control of the amount of lifts adjustable device. Moreover, fixed control of the amount of valve lifts adjustable device may be conversely carried out at the time of the learning control of a valve timing adjustable device. And it is suitably avoidable to carry out fixed control of the amount of lifts adjustable device in the amount of the minimum lifts also in this case, then that the amount of overlap becomes excessive during the maintenance learning control of a valve timing adjustable device. Furthermore, on condition that the learning control of the amount of valve lifts adjustable device is made normally, you may set up so that the learning control of a valve timing adjustable device may be started. Thus, early stabilization about maintenance control which led the amount of said valve lifts adjustable device comes to be attained by the learning control of the amount of valve lifts adjustable device having priority, and being performed.

[0132] - In the above-mentioned operation gestalt, although considered as the configuration which detects the amount of valve lifts at the cam angle sensor 126 list through detected part 126for criteria a, and detected part 126b for movement magnitude, not only this but a means to detect this amount of valve lifts is arbitrary.

[0133] - In the above-mentioned operation gestalt, although the cam shaft 22 and the valve timing adjustable

actuator 24 were made engaged by helical spline 61b, a straight spline may be used. Also in this case, learning control can be correctly performed by carrying out the monitor of the mode of the device of another side of operation, carrying out fixed control of either the amount of lifts adjustable device, and a valve timing adjustable device.

[0134] - In the above-mentioned operation gestalt, although the amount of lifts adjustable device and the valve timing adjustable device were prepared in the inhalation-of-air system, you may prepare in an exhaust air system, and you may prepare in both an inhalation-of-air system and an exhaust air system.

[0135] - In the above-mentioned operation gestalt, although reference was mainly made to the engine which used together the amount of valve lifts adjustable device, and the valve timing adjustable device about how learning control of the amount of valve lifts adjustable device is performed, this learning control is applicable similarly about an engine equipped only with the amount of valve lifts adjustable device.

[Translation done.]

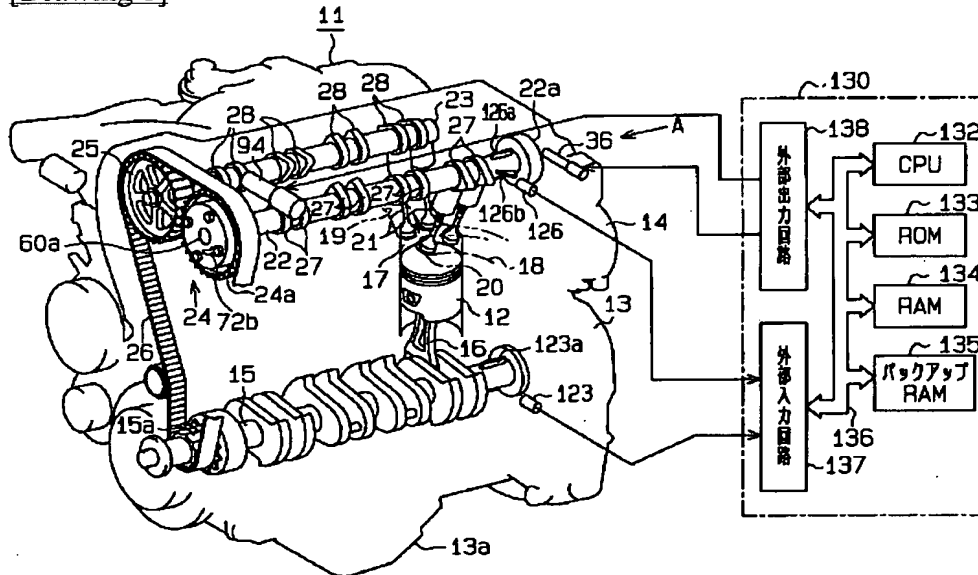
* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

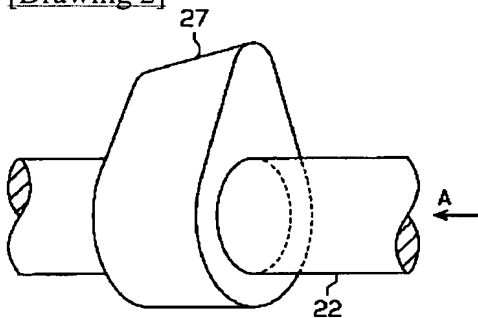
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

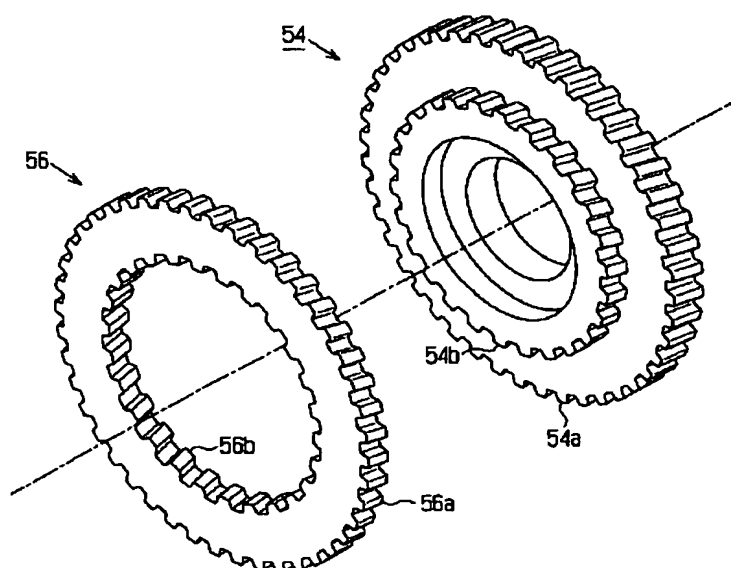
[Drawing 1]



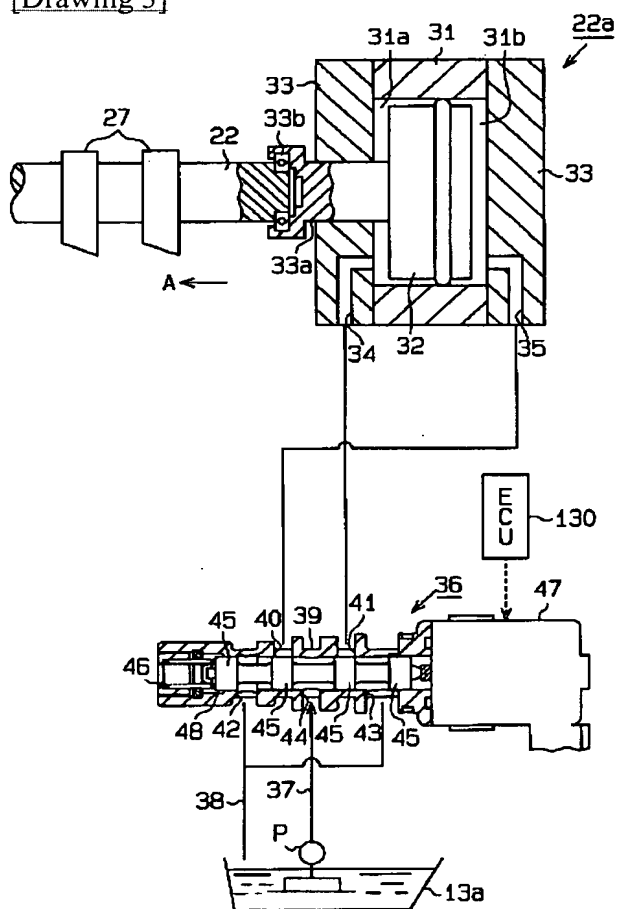
[Drawing 2]



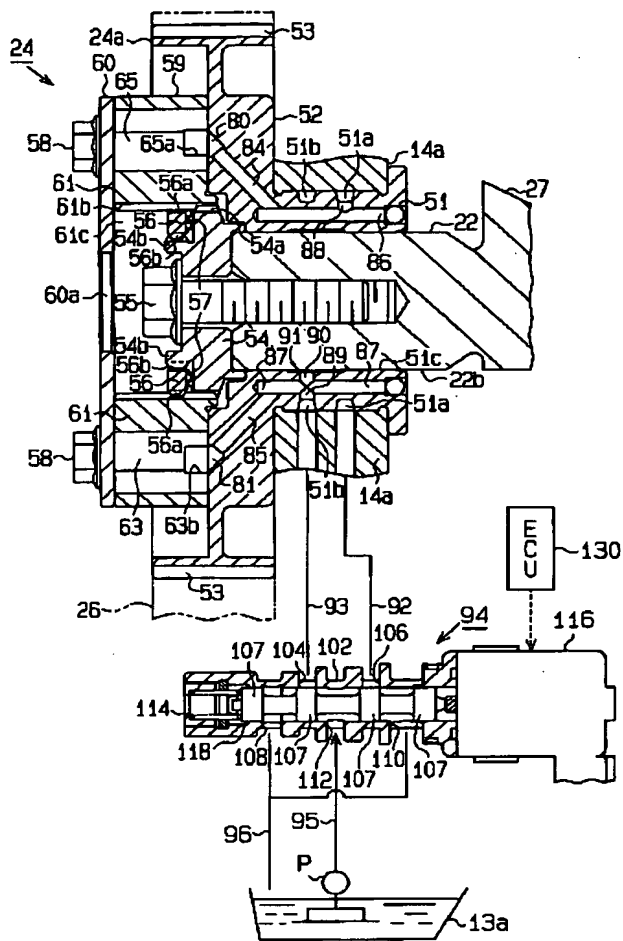
[Drawing 5]



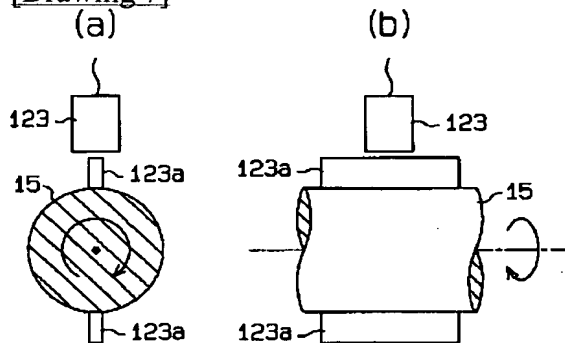
[Drawing 3]



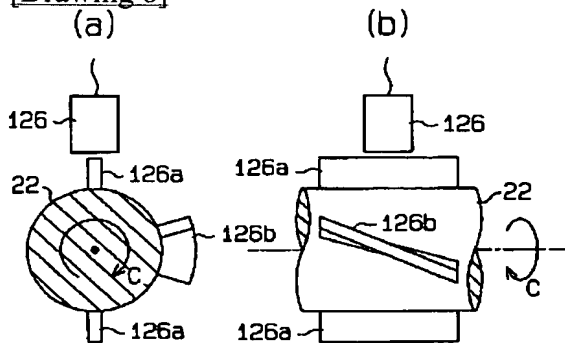
[Drawing 4]



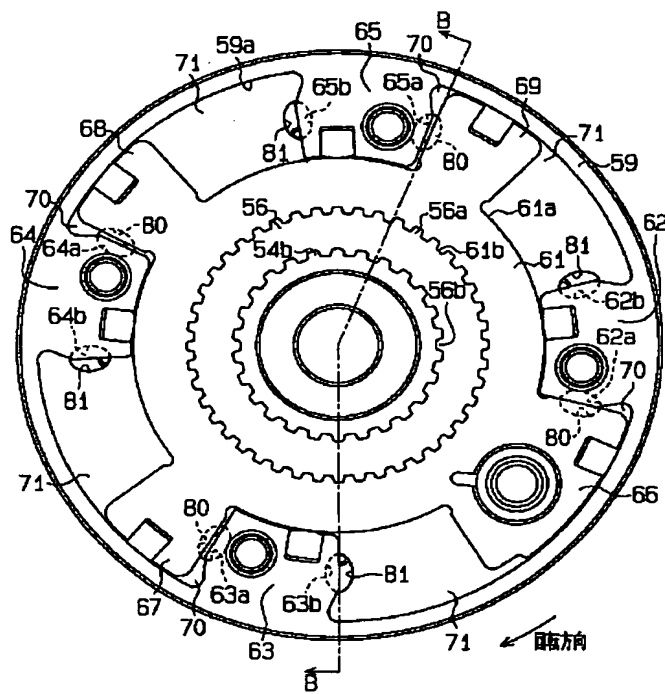
[Drawing 7]



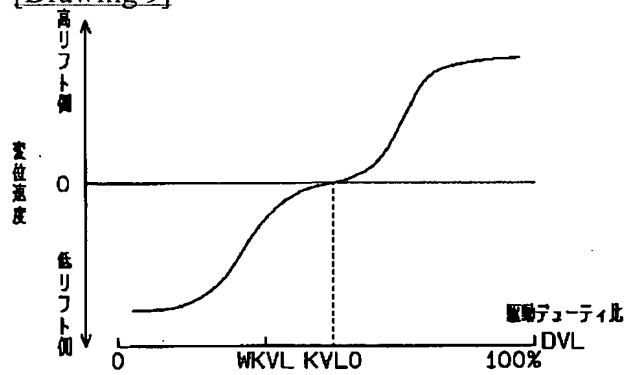
[Drawing 8]



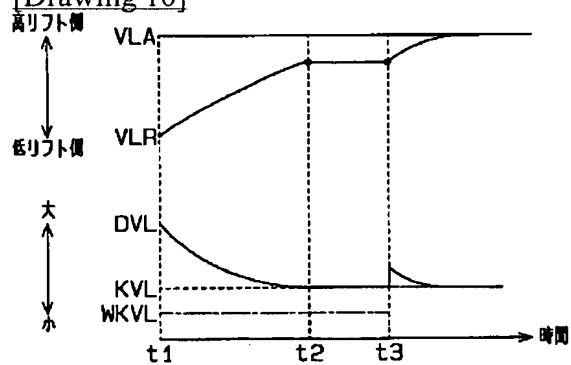
[Drawing 6]



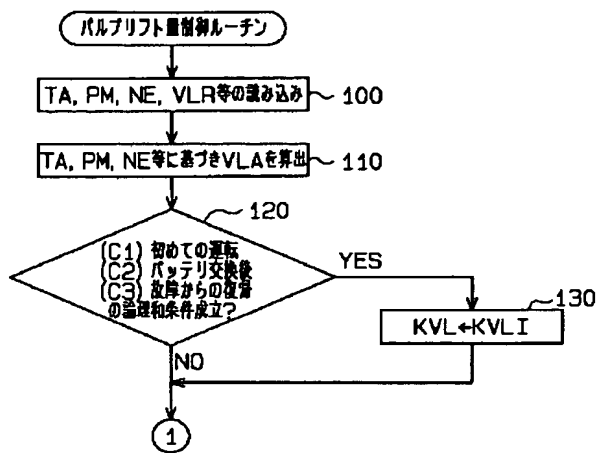
[Drawing 9]



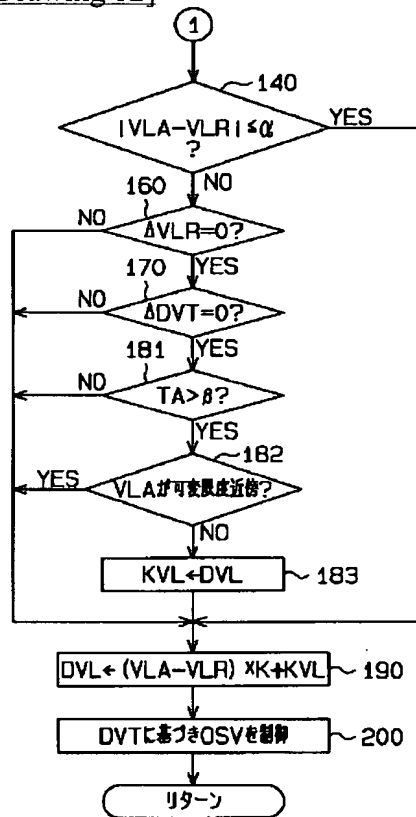
[Drawing 10]



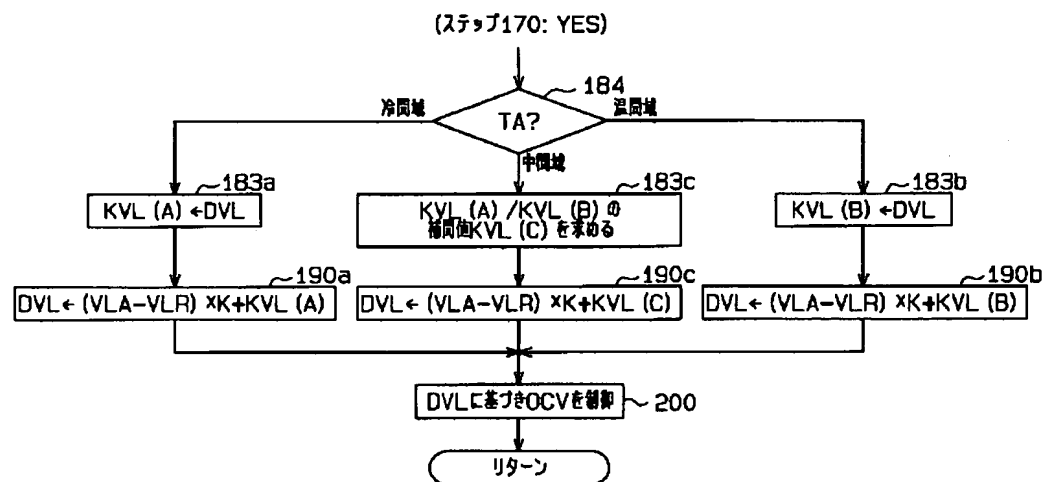
[Drawing 11]



[Drawing 12]



[Drawing 13]



[Translation done.]

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-254639

(43)Date of publication of application : 21.09.2001

(51)Int.Cl.

F02D 13/02

F01L 1/34

F01L 13/00

F02D 45/00

(21)Application number : 2000-065033

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 09.03.2000

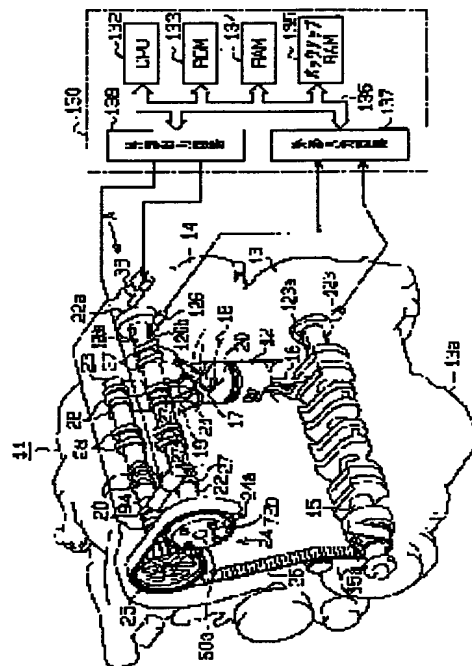
(72)Inventor : SANPEI KAZUHISA

(54) VALVE CHARACTERISTIC CONTROL DEVICE OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To more favourably carry out lift quantity holding control through a valve lift quantity variable mechanism constituted by having a three-dimensional cam.

SOLUTION: Valve lift quantity in a driving state of an engine 11 is computed as a target value VLA by an electronic control unit (ECU) 130. A valve characteristic of a suction valve 20 is detected as a detected value VLR by detecting displacement quantity of a camshaft 22. A controlled variable of valve lift quantity variable mechanisms 22a, 36 is computed as a driving duty ratio DVL in accordance with a detected value VLA and a target value VLR by an ECU 130, and valve lift quantity variable mechanisms 22a, 36 are controlled by the driving duty ratio DVL. Even when variation of the detected value VLR becomes zero, in the case when a difference exists between the detected value VLR and the target value VLA, the driving duty ratio DVL at the time is learned and renewed as a holding command value KVL.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

文庫3

全 4 頁

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-254639

(P2001-254639A)

(43) 公開日 平成13年9月21日 (2001.9.21)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
F 0 2 D 13/02		F 0 2 D 13/02	H 3 G 0 1 8
F 0 1 L 1/34		F 0 1 L 1/34	C 3 G 0 8 4
13/00	3 0 1	13/00	3 0 1 U 3 G 0 9 2
			3 0 1 Y
F 0 2 D 45/00	3 4 0	F 0 2 D 45/00	3 4 0 Z
審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 20 頁)			

(21) 出願番号 特願2000-65033 (P2000-65033)

(22) 出願日 平成12年3月9日 (2000.3.9)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 三瓶 和久

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100068755

弁理士 恩田 博宣

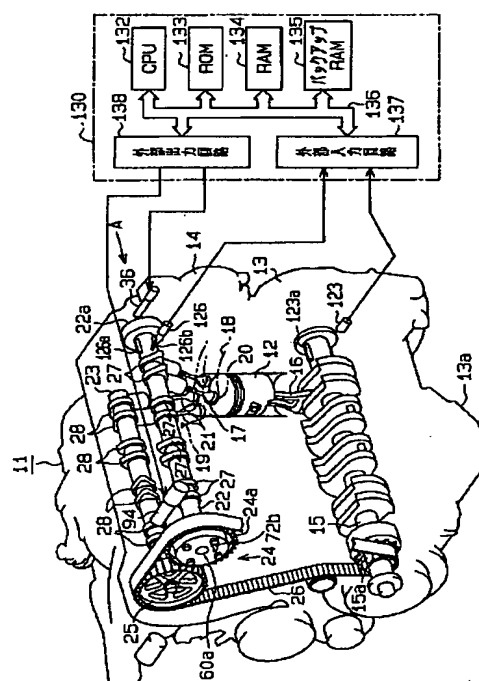
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関のバルブ特性制御装置

(57) 【要約】

【課題】 3次元カムを有して構成されるバルブリフト量可変機構を通じてのリフト量保持制御をより好適に行う。

【解決手段】 電子制御ユニット (ECU) 130によって、エンジン11の運転状態にあったバルブリフト量が目標値VLAとして算出される。吸気バルブ20のバルブ特性は、カムシャフト22の変位量を検出することにより、検出値VLRとして検出される。ECU130によって、検出値VLAと目標値VLRとに基づいて、バルブリフト量可変機構 (22a, 36) の制御量が駆動デューティ比DVLとして算出され、該駆動デューティ比DVLによってバルブリフト量可変機構 (22a, 36) が制御される。検出値VLRの変化量が「0」となっても、同検出値VLRと目標値VLAとの間に差が存在する場合には、その時の駆動デューティ比DVLを保持指令値KVLとして学習更新する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】カムプロファイルがカム軸方向に連続的に変化する 3 次元カムが設けられたカムシャフトを有し、油圧供給手段からの油圧供給に基づく同カムシャフトのカム軸方向への変位位置に応じて機関バルブのバルブリフト量を可変とするバルブリフト量可変機構と、機関の運転状態に応じて前記バルブリフト量の目標値を算出する目標値算出手段と、前記バルブリフト量を検出する検出手段と、前記検出手段によって検出される検出値が前記目標値算出手段によって算出される目標値近傍となったときのバルブリフト量が保持されるように、前記油圧供給手段による油圧供給を制御する保持制御手段と、前記検出値がある状態を継続するとき、同検出値とそのときの目標値とを比較して前記保持制御手段の制御指令値を評価し、その評価に基づいて該制御指令値を修正するための学習制御を行う学習制御手段とを備える内燃機関のバルブ特性制御装置。

【請求項 2】請求項 1 記載の内燃機関のバルブ特性制御装置において、前記学習制御手段は、前記バルブリフト量が相対的に小さくなる方向に前記バルブリフト量可変機構を制御するための制御指令値をその学習初期値として記憶する初期値記憶手段を備えて構成されることを特徴とする内燃機関のバルブ特性制御装置。

【請求項 3】請求項 1 又は 2 に記載の内燃機関のバルブ特性制御装置において、当該機関の温度が所定温度以上のときにのみ、前記学習制御手段による学習値の更新を許可する学習値更新許可手段を更に備えることを特徴とする内燃機関のバルブ特性制御装置。

【請求項 4】請求項 1～3 のいずれかに記載の内燃機関のバルブ特性制御装置において、前記算出されるバルブリフト量の目標値が前記バルブリフト量可変機構の可変限度近傍となると、前記学習制御手段による学習値の更新を禁止する禁止手段を更に備えることを特徴とする内燃機関のバルブ特性制御装置。

【請求項 5】請求項 1～3 のいずれかに記載の内燃機関のバルブ特性制御装置において、前記算出されるバルブリフト量の目標値が前記バルブリフト量可変機構の可変限度近傍となると、前記学習制御手段による学習値の更新を制限する制限手段を更に備えることを特徴とする内燃機関のバルブ特性制御装置。

【請求項 6】請求項 1～5 のいずれかに記載の内燃機関のバルブ特性制御装置において、前記学習制御手段は、当該機関の冷間域と温間域との各別の温度域において各別に学習値の更新を行うものであり、その中間の温度域については、それら学習値の補間を行うことを特徴とする内燃機関のバルブ特性制御装置。

【請求項 7】カムプロファイルがカム軸方向に連続的に変化する 3 次元カムが設けられたカムシャフトを有し、第 1 の油圧供給手段からの油圧供給に基づく同カムシャフトのカム軸方向への変位位置に応じて機関バルブのバルブリフト量を可変とするバルブリフト量可変機構と、第 2 の油圧供給手段からの油圧供給に基づく前記カムシャフトと機関出力軸との相対回転位相の変更に応じて前記機関バルブのバルブタイミングを可変とするバルブタイミング可変機構と、

10 機関の運転状態に応じて前記バルブリフト量の目標値を算出する第 1 の目標値算出手段と、前記バルブリフト量を検出する第 1 の検出手段と、前記第 1 の検出手段によって検出される第 1 検出値が前記目標値算出手段によって算出される目標値近傍となったときのバルブリフト量が保持されるように、前記油圧供給手段による油圧供給を制御する第 1 の保持制御手段と、

前記第 1 検出値がある状態を継続するとき、同第 1 検出値とそのときの目標値とを比較して前記第 1 の保持制御手段の制御指令値を評価し、その評価に基づいて該制御指令値を修正するための学習制御を行う第 1 の学習制御手段と、

20 機関の運転状態に応じて前記バルブタイミングの目標値を算出する第 2 の目標値算出手段と、前記バルブタイミングを検出する第 2 の検出手段と、前記第 2 の検出手段によって検出される第 2 検出値が前記第 2 の目標値算出手段によって算出される目標値近傍となったときのバルブタイミングが保持されるように、前記油圧供給手段による油圧供給を制御する第 2 の保持制御手段と、

前記第 2 検出値がある状態を継続するとき、同第 2 検出値とそのときの目標値とを比較して前記第 2 の保持制御手段の制御指令値を評価し、その評価に基づいて該制御指令値を修正するための学習制御を行う第 2 の学習制御手段とを備え、

前記バルブリフト量可変機構の学習制御時には前記バルブタイミング可変機構を固定制御し、前記バルブタイミング可変機構の学習制御時には前記バルブリフト量可変機構を固定制御することを特徴とする内燃機関のバルブ特性制御装置。

【請求項 8】前記バルブリフト量可変機構の学習制御時における前記バルブタイミング可変機構の固定制御は、前記バルブタイミングの最遅角側にて行われ、前記バルブタイミング可変機構の学習制御時における前記バルブリフト量可変機構の固定制御は、前記バルブリフト量の最低リフト側にて行われることを特徴とする請求項 7 記載の内燃機関のバルブ特性制御装置。

【請求項 9】カムプロファイルがカム軸方向に連続的に変化する 3 次元カムが設けられたカムシャフトを有し、第 1 の油圧供給手段からの油圧供給に基づく同カムシャ

フトのカム軸方向への変位位置に応じて機関バルブのバルブリフト量を可変とするバルブリフト量可変機構と、第2の油圧供給手段からの油圧供給に基づく前記カムシャフトと機関出力軸との相対回転位相の変更に応じて前記機関バルブのバルブタイミングを可変とするバルブタイミング可変機構と、

機関の運転状態に応じて前記バルブリフト量の目標値を算出する第1の目標値算出手段と、

前記バルブリフト量を検出する第1の検出手段と、

前記第1の検出手段によって検出される第1検出値が前記目標値算出手段によって算出される目標値近傍となったときのバルブリフト量が保持されるように、前記油圧供給手段による油圧供給を制御する第1の保持制御手段と、

前記第1検出値がある状態を継続するとき、同第1検出値とそのときの目標値とを比較して前記第1の保持制御手段の制御指令値を評価し、その評価に基づいて該制御指令値を修正するための学習制御を行う第1の学習制御手段と、

機関の運転状態に応じて前記バルブタイミングの目標値を算出する第2の目標値算出手段と、

前記バルブタイミングを検出する第2の検出手段と、

前記第2の検出手段によって検出される第2検出値が前記第2の目標値算出手段によって算出される目標値近傍となったときのバルブタイミングが保持されるように、前記油圧供給手段による油圧供給を制御する第2の保持制御手段と、

前記第2検出値がある状態を継続するとき、同第2検出値とそのときの目標値とを比較して前記第2の保持制御手段の制御指令値を評価し、その評価に基づいて該制御指令値を修正するための学習制御を行う第2の学習制御手段とを備え、

前記第1の学習制御手段による学習制御が正常になされることを条件に前記第2の学習制御手段による学習制御を行うことを特徴とする内燃機関のバルブ特性制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は内燃機関のバルブ特性制御装置に係り、詳しくは3次元カムを有して構成されるバルブリフト量可変機構を備えた内燃機関のバルブ特性制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】内燃機関の各異なった運転条件下においてもその機関特性を好適に維持すべく、同機関の運転状態に応じて機関バルブのバルブタイミングやバルブリフト量等、そのバルブ特性を可変とする機構が従来より知られている。

【0003】そして近年、上記バルブリフト量を可変とする機構としては、カムシャフトを軸方向に変位可能に

設計し、カムシャフトに設けられたカムのカム山をその軸方向の一端から他端へ連続的に変化するように形成した、いわゆる3次元カムを用いたものも提案されている。このような3次元カムを用いたバルブリフト量可変機構によれば、機関の運転状態に応じて、例えば油圧駆動式のアクチュエータによりカムシャフトをその軸方向に変位させることで、同バルブリフト量を連続的に変化させることができるようになる。

【0004】一方、こうした3次元カムを有して構成されるバルブリフト量可変機構を制御する装置としては、例えば特開平11-72031号公報に記載された装置が知られている。この装置では、吸気系のカムシャフトに対して、その軸線方向へ直線状に延びる基準用被検出部と同軸線方向に螺旋状に延びる移動量用被検出部との2種の被検出部をそれぞれ設けるとともに、その近傍には、同カムシャフトの回転に伴う上記各被検出部の通過に対応してパルスが発生する電磁ピックアップを設けて、可変制御されるバルブリフト量を監視するようにしている。

【0005】すなわちこの場合、カムシャフトがその軸線方向に移動することにより、上記基準用被検出部の通過に対応して電磁ピックアップから発生されるパルスに対する上記移動量用被検出部の通過に対応して同電磁ピックアップから発生されるパルスの発生タイミングが変化する。そこで、この発生タイミングの変化を監視することで、カムシャフトの軸線方向への変位位置、すなわちバルブリフト量を正確に検出することができるようになる。そして同装置では、この検出されるバルブリフト量が機関運転状態に応じて算出される同バルブリフト量について目標値に収束されるように、カムシャフトの変位位置をフィードバック制御している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】このように、上記装置によれば、バルブリフト量が正確に監視、検出されつつ、その検出される値をもとにしたバルブリフト量可変機構のフィードバック制御が行われる。

【0007】ところで、上記検出されるバルブリフト量が目標値に達した後、そのリフト量を維持するためには、カムシャフトの変位位置を保持する保持制御が行われる。ただし、カムシャフトの軸方向への変位を油圧駆動式のアクチュエータによって行う同従来の装置にあっては、この保持制御に際しての以下のような問題も無視できないものとなっている。

【0008】すなわち通常、上記油圧駆動式のアクチュエータを構成する油圧制御弁等の出力特性には公差や経時変化が含まれている。また、同出力特性は、機関運転状態によっても異なる。すなわち、ポンプにより得られる油圧が、機関の回転速度や暖機状態に応じて異なるようになり、その油圧の違いが、アクチュエータ各部材の出力特性を変えてしまうようになる。このため、このよ

うな状況の中で上記保持制御を行ったとしても、油圧制御弁に対する制御指令値とその実際の出力特性とが必ずしも正確に対応するとは限らず、場合によっては、保持位置にずれを生じたり、上記フィードバック制御に伴う制御ハンチング等をも起こしかねないものとなっている。

【0009】本発明は上記実情に鑑みてなされたものであり、その目的は、3次元カムを有して構成されるバルブリフト量可変機構を通じてのリフト量保持制御をより好適に行うことのできる内燃機関のバルブ特性制御装置を提供することにある。

【0010】また本発明の目的は、上記保持制御に対し、極めて望ましいかたちで学習制御の適合を図ることのできる内燃機関のバルブ特性制御装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】以下、上記目的を達成するための手段及びその作用効果について記載する。請求項1記載の発明は、カムプロファイルがカム軸方向に連続的に変化する3次元カムが設けられたカムシャフトを有し、油圧供給手段からの油圧供給に基づく同カムシャフトのカム軸方向への変位位置に応じて機関バルブのバルブリフト量を可変とするバルブリフト量可変機構と、機関の運転状態に応じて前記バルブリフト量の目標値を算出する目標値算出手段と、前記バルブリフト量を検出する検出手段と、前記検出手段によって検出される検出値が前記目標値算出手段によって算出される目標値近傍となったときのバルブリフト量が保持されるように、前記油圧供給手段による油圧供給を制御する保持制御手段と、前記検出値がある状態を継続するとき、同検出値とそのときの目標値とを比較して前記保持制御手段の制御指令値を評価し、その評価に基づいて該制御指令値を修正するための学習制御を行う学習制御手段とを備えることをその要旨とする。

【0012】上記構成によれば、保持制御手段に対する制御指令値、すなわち保持指令値の評価のもとにこれを学習更新するようにしたことで、油圧供給系の出力特性に公差や経時変化等が含まれる場合であっても、同保持指令値として常に適切な値を得ることができる。また、こうして適切な保持指令値に絶えず学習更新されることで、保持制御に速やかに移行可能ともなる。

【0013】請求項2記載の発明は、請求項1記載の発明において、前記学習制御手段は、前記バルブリフト量が相対的に小さくなる方向に前記バルブリフト量可変機構を制御するための制御指令値をその学習初期値として記憶する初期値記憶手段を備えて構成されることをその要旨とする。

【0014】最初に開始された学習が一旦完了するまでの間、または故障復帰後に学習が一旦完了するまでの間で、保持制御の結果が不良となりバルブリフトが一時的

に過大な状態となることがある。そしてその場合には、一時的に燃焼室における混合気の燃焼が不安定となり、失火やエンジンストールの発生に至ることもある。

【0015】この点、上記構成によれば、保持指令値の学習初期値として、バルブリフト量が相対的に小さくなるようにバルブリフト量可変機構を制御するための指令値を初期値記憶手段に確保するようにしたことで、この問題を回避できるようになる。

【0016】請求項3記載の発明は、請求項1又は2に記載の発明において、当該機関の温度が所定温度以上のときにのみ、前記学習制御手段による学習値の更新を許可する学習値更新許可手段を更に備えることをその要旨とする。

【0017】機関温度（例えば油温や水温）に対する実際の保持指令値は、低温側と高温側とで高く、中間温度領域では低くなる傾向にある。この点、上記構成によれば、学習制御による保持指令値の学習更新が、当該機関の機関温度が所定温度以上のときにのみ許可されるため、所定温度以上、すなわち高温側でのみその学習更新が許可された保持指令値は、低温側においてもその実際の保持指令値と近似したものとなる。したがって、次の始動時又は冷間時において用いられる保持指令値も適正な値となる。

【0018】請求項4記載の発明は、請求項1～3のいずれかに記載の発明において、前記算出されるバルブリフト量の目標値が前記バルブリフト量可変機構の可変限度近傍となるとき、前記学習制御手段による学習値の更新を禁止する禁止手段を更に備えることをその要旨とする。

【0019】バルブリフト可変機構の可変限界近傍においては、機構上の制約から同機構が一旦動かなくなることがある。しかも、各バルブリフト量可変機構にはそれぞれ個体差が存在するために、かかるバルブリフト量の制御幅にバラツキが生じ得る。したがって、同可変限界近傍においては、学習制御手段によって適切でない保持指令値が学習されてしまうおそれがある。

【0020】この点、上記構成によれば、バルブリフト量可変機構の可変限度近傍において、学習制御手段による学習値の更新を禁止する禁止手段を設けることで、上述した問題を回避することができるようになる。

【0021】請求項5記載の発明は、請求項1～3のいずれかに記載の発明において、前記算出されるバルブリフト量の目標値が前記バルブリフト量可変機構の可変限度近傍となるとき、前記学習制御手段による学習値の更新を制限する制限手段を更に備えることをその要旨とする。

【0022】バルブリフト可変機構の可変限界近傍において学習制御手段による学習が適切なものでなくなるおそれがあることは上述したとおりであるが、上記構成によれば、バルブリフト量可変機構の可変限度近傍におい

て、学習制御手段による学習値の更新を制限する制限手段を設けることで、こうした問題を回避しつつ学習制御を行うことができるようになる。

【0023】請求項6記載の発明は、請求項1～5のいずれかに記載の発明において、前記学習制御手段は、当該機関の冷間域と温間域との各別の温度域において各別に学習値の更新を行うものであり、その中間の温度域については、それら学習値の補間を行うことをその要旨とする。

【0024】リフト量可変アクチュエータの作動に油圧駆動式のアクチュエータを用いる場合には、作動油の温度によってその粘性係数が変化するなどの理由から、保持指令値も当該機関の温度によって異なったものとなる。

【0025】この点、上記構成によれば、学習制御手段による保持指令値の修正を、当該機関の冷間域と当該機関の温間域とに分けて行うようにすることで、同冷間域と温間域とでバルブリフト量制御を好適に行うことができるようになる。また、上記冷間域と前記温間域との中間の領域における保持指令値として、上記2つの領域における保持指令値を補間した値を算出することで、この中間領域においてもバルブリフト量制御を好適に行うことができる。

【0026】請求項7記載の発明は、カムプロファイルがカム軸方向に連続的に変化する3次元カムが設けられたカムシャフトを有し、第1の油圧供給手段からの油圧供給に基づく同カムシャフトのカム軸方向への変位位置に応じて機関バルブのバルブリフト量を可変とするバルブリフト量可変機構と、第2の油圧供給手段からの油圧供給に基づく前記カムシャフトと機関出力軸との相対回転位相の変更に応じて前記機関バルブのバルブタイミングを可変とするバルブタイミング可変機構と、機関の運転状態に応じて前記バルブリフト量の目標値を算出する第1の目標値算出手段と、前記バルブリフト量を検出する第1の検出手段と、前記第1の検出手段によって検出される第1検出値が前記目標値算出手段によって算出される目標値近傍となったときのバルブリフト量が保持されるように、前記油圧供給手段による油圧供給を制御する第1の保持制御手段と、前記第1検出値がある状態を継続するとき、同第1検出値とそのときの目標値とを比較して前記第1の保持制御手段の制御指令値を評価し、その評価に基づいて該制御指令値を修正するための学習制御を行う第1の学習制御手段と、機関の運転状態に応じて前記バルブタイミングの目標値を算出する第2の目標値算出手段と、前記バルブタイミングを検出する第2の検出手段と、前記第2の検出手段によって検出される第2検出値が前記第2の目標値算出手段によって算出される目標値近傍となったときのバルブタイミングが保持されるように、前記油圧供給手段による油圧供給を制御する第2の保持制御手段と、前記第2検出値がある状態

を継続するとき、同第2検出値とそのときの目標値とを比較して前記第2の保持制御手段の制御指令値を評価し、その評価に基づいて該制御指令値を修正するための学習制御を行う第2の学習制御手段とを備え、前記バルブリフト量可変機構の学習制御時には前記バルブタイミング可変機構を固定制御し、前記バルブタイミング可変機構の学習制御時には前記バルブリフト量可変機構を固定制御することをその要旨とする。

【0027】通常、上記可変動弁機構によれば、請求項1に記載した3次元カムを用いた可変動弁機構と、上記構成にてバルブタイミングを可変とするバルブタイミング可変機構とを組み合わせる用いる場合には、上記保持指令値の学習制御を正確に行うことが困難となることがある。

【0028】この点、上記構成によれば、上記2つの機構の保持指令値の学習制御を行う際、学習制御の対象とならない側の機構を強制的に固定制御することで、これら各機構の保持指令値の学習制御を正確に行うことができるようになる。

【0029】請求項8記載の発明は、請求項7記載の発明において、前記バルブリフト量可変機構の学習制御時における前記バルブタイミング可変機構の固定制御は、前記バルブタイミングの最遅角側にて行われ、前記バルブタイミング可変機構の学習制御時における前記バルブリフト量可変機構の固定制御は、前記バルブリフト量の最低リフト側にて行われることをその要旨とする。

【0030】上記構成によれば、バルブリフト量可変機構の学習制御時にバルブタイミングを最遅角側にて、また、バルブタイミング可変機構の学習制御時にバルブリフト量を最低リフト量側にて、固定制御することで、学習制御時にバルブオーバーラップ量が過大になることを好適に回避することができるようになる。

【0031】請求項9記載の発明は、カムプロファイルがカム軸方向に連続的に変化する3次元カムが設けられたカムシャフトを有し、第1の油圧供給手段からの油圧供給に基づく同カムシャフトのカム軸方向への変位位置に応じて機関バルブのバルブリフト量を可変とするバルブリフト量可変機構と、第2の油圧供給手段からの油圧供給に基づく前記カムシャフトと機関出力軸との相対回転位相の変更に応じて前記機関バルブのバルブタイミングを可変とするバルブタイミング可変機構と、機関の運転状態に応じて前記バルブリフト量の目標値を算出する第1の目標値算出手段と、前記バルブリフト量を検出する第1の検出手段と、前記第1の検出手段によって検出される第1検出値が前記目標値算出手段によって算出される目標値近傍となったときのバルブリフト量が保持されるように、前記油圧供給手段による油圧供給を制御する第1の保持制御手段と、前記第1検出値がある状態を継続するとき、同第1検出値とそのときの目標値とを比

較して前記第 1 の保持制御手段の制御指令値を評価し、その評価に基づいて該制御指令値を修正するための学習制御を行う第 1 の学習制御手段と、機関の運転状態に応じて前記バルブタイミングの目標値を算出する第 2 の目標値算出手段と、前記バルブタイミングを検出する第 2 の検出手段と、前記第 2 の検出手段によって検出される第 2 検出値が前記第 2 の目標値算出手段によって算出される目標値近傍となったときのバルブタイミングが保持されるように、前記油圧供給手段による油圧供給を制御する第 2 の保持制御手段と、前記第 2 検出値がある状態を継続するとき、同第 2 検出値とそのときの目標値とを比較して前記第 2 の保持制御手段の制御指令値を評価し、その評価に基づいて該制御指令値を修正するための学習制御を行う第 2 の学習制御手段とを備え、前記第 1 の学習制御手段による学習制御が正常になされることを条件に前記第 2 の学習制御手段による学習制御を行うことをその要旨とする。

【0032】上記構成によれば、バルブリフト量可変機構の学習制御が優先して実行されることで、同バルブリフト量可変機構を通じた保持制御についての早期の安定化が図られるようになる。

【0033】

【発明の実施の形態】以下、本発明の内燃機関のバルブ特性制御装置を具体化した一実施形態について図 1～図 8 に従って説明する。

【0034】図 1 には内燃機関として直列 4 気筒の車載用ガソリンエンジン（以下、単に「エンジン」という）11 が示されている。エンジン 11 は、往復移動するピストン 12 が設けられたシリンダブロック 13 と、シリンダブロック 13 の下側に設けられたオイルパン 13a と、シリンダブロック 13 の上側に設けられたシリンダヘッド 14 とを備えている。

【0035】このエンジン 11 の下部には出力軸であるクランクシャフト 15 が回転可能に支持され、同クランクシャフト 15 にはコンロッド 16 を介してピストン 12 が連結されている。そして、ピストン 12 の往復移動は、コンロッド 16 によって、クランクシャフト 15 の回転へと変換されるようになっている。また、ピストン 12 の上側には燃焼室 17 が設けられ、この燃焼室 17 には吸気通路 18 および排気通路 19 が接続されている。そして、吸気通路 18 と燃焼室 17 とは吸気バルブ 20 により連通・遮断され、排気通路 19 と燃焼室 17 とは排気バルブ 21 により連通・遮断されるようになっている。

【0036】一方、シリンダヘッド 14 には、吸気側カムシャフト 22 および排気側カムシャフト 23 が平行に設けられている。吸気側カムシャフト 22 は回転可能かつ軸方向へ移動可能にシリンダヘッド 14 上に支持されており、排気側カムシャフト 23 は回転可能であるが軸方向には移動不可能にシリンダヘッド 14 上に支持され

ている。

【0037】吸気側カムシャフト 22 の一端部には、タイミングブリー 24a を備えたバルブタイミング可変アクチュエータ 24 が設けられ、他端部には吸気側カムシャフト 22 を軸方向へ移動させるためのリフト量可変アクチュエータ 22a が設けられている。また、排気側カムシャフト 23 の一端部にはタイミングブリー 25 が取り付けられている。このタイミングブリー 25 およびバルブタイミング可変アクチュエータ 24 のタイミングブリー 24a は、タイミングベルト 26 を介して、クランクシャフト 15 に取り付けられたブリー 15a に連結されている。そして、駆動側回転軸としてのクランクシャフト 15 の回転がタイミングベルト 26 を介して、従動側回転軸としての吸気側カムシャフト 22 および排気側カムシャフト 23 に伝達されることによって、それら吸気側カムシャフト 22 および排気側カムシャフト 23 がクランクシャフト 15 の回転に同期して回転するようになっている。

【0038】吸気側カムシャフト 22 には、吸気バルブ 20 の上端に当接する吸気カム 27 が設けられ、排気側カムシャフト 23 には、排気バルブ 21 の上端に当接する排気カム 28 が設けられている。そして、吸気側カムシャフト 22 が回転すると、吸気カム 27 により吸気バルブ 20 が開閉駆動され、排気側カムシャフト 23 が回転すると、排気カム 28 により排気バルブ 21 が開閉駆動されるようになっている。

【0039】ここで、排気カム 28 のカムプロファイルは排気側カムシャフト 23 の軸方向に対して一定となっているが、吸気カム 27 のカムプロファイルは、図 2 に示すごとく吸気側カムシャフト 22 の軸方向に連続的に変化している。すなわち、吸気カム 27 は前述した 3 次元カムとして構成されている。

【0040】そして、吸気側カムシャフト 22 が矢印 A 方向へ移動すると、吸気カム 27 による吸気バルブ 20 のバルブリフト量が徐々に大きくなるとともに、吸気バルブ 20 の開弁時間が徐々に長くなる。また、矢印 A 方向とは逆方向に吸気側カムシャフト 22 が移動すると、吸気カム 27 による吸気バルブ 20 のバルブリフト量が徐々に小さくなるとともに、吸気バルブ 20 の開弁時間が徐々に短くなる。したがって、吸気側カムシャフト 22 をその軸方向へ移動させることにより、吸気バルブ 20 の開弁時間およびバルブリフト量の調整を行うことができる。

【0041】なお、本実施形態にかかるバルブリフト量可変機構は、上記リフト量可変アクチュエータ 22a 及び、第 1 のオイルコントロールバルブ（OCV）36 を備えて構成される。

【0042】次に、吸気側カムシャフト 22 をその軸方向へ移動させるためのリフト量可変アクチュエータ 22a、および、そのリフト量可変アクチュエータ 22a を

油圧により駆動するための給油構造について図 3 に基づき説明する。

【0043】図 3 に示すように、リフト量可変アクチュエータ 22a は、筒状をなすシリンダチューブ 31 と、シリンダチューブ 31 内に設けられたピストン 32 と、シリンダチューブ 31 の両端開口部を塞ぐように設けられた一対のエンドカバー 33 とから構成されている。このシリンダチューブ 31 はシリンダヘッド 14 に固定されている。

【0044】ピストン 32 には一方のエンドカバー 33 を貫通した補助シャフト 33a を介して吸気側カムシャフト 22 が連結されている。なお補助シャフト 33a と吸気側カムシャフト 22 との間は転がり軸受 33b が介在し、リフト量可変アクチュエータ 22a は、回転する吸気側カムシャフト 22 を補助シャフト 33a と転がり軸受 33b とを介して回転軸方向に円滑に駆動できるようにしている。

【0045】シリンダチューブ 31 内は、ピストン 32 により第 1 圧力室 31a および第 2 圧力室 31b に区画されている。第 1 圧力室 31a には、一方のエンドカバー 33 に形成された第 1 給排通路 34 が接続され、第 2 圧力室 31b には、他方のエンドカバー 33 に形成された第 2 給排通路 35 が接続されている。

【0046】そして、第 1 給排通路 34 または第 2 給排通路 35 を介して、第 1 圧力室 31a と第 2 圧力室 31b とに対し選択的に作動油を供給すると、ピストン 32 は吸気側カムシャフト 22 の軸方向へ移動する。このピストン 32 の移動に伴い、吸気側カムシャフト 22 もその軸方向へ移動する。

【0047】第 1 給排通路 34 および第 2 給排通路 35 は、第 1 のオイルコントロールバルブ 36 に接続されている。この第 1 のオイルコントロールバルブ 36 には供給通路 37 および排出通路 38 が接続されている。そして、供給通路 37 はクランクシャフト 15 の回転に伴って駆動されるオイルポンプ P を介して前記オイルパン 13a に接続されており、排出通路 38 はオイルパン 13a に直接接続されている。

【0048】第 1 のオイルコントロールバルブ 36 はケーシング 39 を備え、ケーシング 39 には、第 1 給排ポート 40、第 2 給排ポート 41、第 1 排出ポート 42、第 2 排出ポート 43、および供給ポート 44 が設けられている。これら第 1 給排ポート 40 には第 2 給排通路 35 が接続され、第 2 給排ポート 41 には第 1 給排通路 34 が接続されている。更に、供給ポート 44 には上記供給通路 37 が接続され、第 1 排出ポート 42 および第 2 排出ポート 43 には上記排出通路 38 が接続されている。また、ケーシング 39 内には、4 つの弁部 45 を有してコイルスプリング 46 および電磁ソレノイド 47 によりそれぞれ逆の方向に付勢されるスプール 48 が設けられている。

【0049】そして、電磁ソレノイド 47 の消磁状態においては、スプール 48 がコイルスプリング 46 の弾性力によりケーシング 39 の一端側（図 3 における右側）に配置されて、第 1 給排ポート 40 と第 1 排出ポート 42 とが連通し、第 2 給排ポート 41 と供給ポート 44 とが連通する。この状態では、オイルパン 13a 内の作動油が供給通路 37、第 1 のオイルコントロールバルブ 36 および第 1 給排通路 34 を介して、第 1 圧力室 31a へ供給される。また、第 2 圧力室 31b 内にあった作動油が第 2 給排通路 35、第 1 のオイルコントロールバルブ 36 および排出通路 38 を介してオイルパン 13a 内へ戻される。その結果、ピストン 32 および吸気側カムシャフト 22 が矢印 A と逆方向へ移動する。

【0050】一方、電磁ソレノイド 47 が励磁されたときには、スプール 48 がコイルスプリング 46 の弾性力に抗してケーシング 39 の他端側（図 3 において左側）に配置されて、第 2 給排ポート 41 が第 2 排出ポート 43 と連通し、第 1 給排ポート 40 が供給ポート 44 と連通する。この状態では、オイルパン 13a 内の作動油が供給通路 37、第 1 のオイルコントロールバルブ 36 および第 2 給排通路 35 を介して第 2 圧力室 31b へ供給される。また、第 1 圧力室 31a 内にあった作動油が第 1 給排通路 34、第 1 のオイルコントロールバルブ 36 および排出通路 38 を介してオイルパン 13a 内に戻される。その結果、ピストン 32 および吸気側カムシャフト 22 が矢印 A 方向へ移動する。

【0051】更に、電磁ソレノイド 47 への給電を制御し、スプール 48 をケーシング 39 の中間に位置させると、第 1 給排ポート 40 および第 2 給排ポート 41 が閉塞され、それら給排ポート 40、41 を通じての作動油の移動が禁止される。この状態では、第 1 圧力室 31a および第 2 圧力室 31b に対して作動油の給排が行われず、第 1 圧力室 31a および第 2 圧力室 31b 内に作動油が充填保持されて、ピストン 32 および吸気側カムシャフト 22 が固定される。

【0052】次に、吸気バルブ 20 の開閉タイミングを調整するための上記バルブタイミング可変アクチュエータ 24 について図 4 に基づき詳しく説明する。図 4 に示すように、バルブタイミング可変アクチュエータ 24 はタイミングプリー 24a を備える。このタイミングプリー 24a は吸気側カムシャフト 22 が貫通する筒部 51 と、筒部 51 の外周面から突出する円板部 52 と、円板部 52 の外周面に設けられた複数の外歯 53 とを備えている。上記タイミングプリー 24a の筒部 51 は、シリンダヘッド 14 の軸受部 14a に回転可能に支持されている。そして、吸気側カムシャフト 22 は、その軸方向へ摺動して移動できるように筒部 51 を貫通している。

【0053】また、吸気側カムシャフト 22 の先端部を覆うように設けられたインナギヤ 54 が、ボルト 55 により固定されている。このインナギヤ 54 は図 5 に示す

ごとく、斜歯の大径ギヤ部54aと、同じく斜歯の小径ギヤ部54bとが2段に形成された構成をなしている。

【0054】更に、インナギヤ54の小径ギヤ部54bには、斜歯の外歯56aと同じく斜歯の内歯56bとを備えたサブギヤ56が、その内歯56bにて、図4に示すごとく噛み合わされている。この噛み合せの際には、インナギヤ54とサブギヤ56との間にリング状のスプリングワッシャ57が配置され、サブギヤ56をインナギヤ54から離すように軸方向に付勢している。なお、インナギヤ54とサブギヤ56との外径は同一であり、それぞれその斜歯の斜度は、以下に説明するベーンロータ61の対応する箇所にて設けられたヘリカルスプライン61bに結合可能な斜度となっている。

【0055】タイミングプーリ24aの円板部52には、複数のボルト58（ここでは4本のボルト）により、ハウジング59と、ハウジング59の内部の内、後述する第1圧力室70および第2圧力室71とを密閉するカバー60とが取り付けられている。なお、カバー60の中心には、後述する円筒状空間61cを開放して吸気側カムシャフト22の軸方向への摺動を円滑に行うための穴部60aが設けられている。

【0056】図6に、上記ボルト58、カバー60およびボルト55を取り外してハウジング59の内部を図4において左から見た状態を示す。なお、図4のバルブタイミング可変アクチュエータ24は、図6におけるB-B線での断面状態を示している。

【0057】同図6に示されるように、ハウジング59は、内周面59aから中心方向に向かって突出する複数の壁部62、63、64、65（ここでは4つ）を備えている。そして、その壁部62、63、64、65の先端面に対して、外周面61aにて接する円盤状のベーンロータ61が回動可能に配置されている。

【0058】円盤状のベーンロータ61の中心部には円筒状空間61c（図4）が形成されており、特に本実施形態にあって、その内周面全体には、吸気側カムシャフト22の軸方向に対して所定の振れ角を持つヘリカルスプライン61bが形成されている。斜歯からなる前述したインナギヤ54の大径ギヤ部54aとサブギヤ56の外歯56aとは共にこのヘリカルスプライン61bに噛み合わされている。このヘリカルスプライン61bの振れ角については、後にその角度設定態様並びに作用についての詳細な説明を行う。

【0059】一方、これも斜歯からなる前述したサブギヤ56の内歯56bとインナギヤ54の小径ギヤ部54bとの噛み合わせと、スプリングワッシャ57との作用によれば、インナギヤ54の大径ギヤ部54aとサブギヤ56の外歯56aとは相対的に逆方向に回動する付勢力を生じるようになる。このため、ヘリカルスプライン61bとギヤ54、56との間のバックラッシュが吸収され、ベーンロータ61に対してインナギヤ54を高精

度に配置することができると共に、その打音も抑制されるようになる。

【0060】また、円盤状のベーンロータ61は、その外周面61aに、壁部62、63、64、65の間の空間に突出して、先端をハウジング59の内周面59aに接しているベーン66、67、68、69を備えている。これらのベーン66、67、68、69が壁部62、63、64、65間の空間を区画することにより、第1圧力室70と第2圧力室71とを形成している。

【0061】上述した構成のバルブタイミング可変アクチュエータ24において、エンジンの駆動によりクランクシャフト15が回転し、その回転がタイミングベルト26を介してタイミングプーリ24aに伝達されると、タイミングプーリ24aおよび吸気側カムシャフト22が、調整されている回転位相差状態で一体に回転する。この吸気側カムシャフト22の回転に伴って吸気バルブ20（図1）が開閉駆動されることは、前述したとおりである。

【0062】そして、エンジン11の駆動時に、第1圧力室70および第2圧力室71に対する油圧制御により、ハウジング59に対してベーンロータ61を回転方向に相対的に回動させると、すなわち吸気側カムシャフト22をクランクシャフト15に対し進角する側に回転位相差の調整制御を行うと、吸気バルブ20の開閉タイミングは早くなる。

【0063】また、逆に、ハウジング59に対してベーンロータ61を回転方向とは逆方向に相対的に回動させると、すなわち吸気側カムシャフト22をクランクシャフト15に対し遅角する側に回転位相差の調整制御を行うと、吸気バルブ20の開閉タイミングは遅くなる。

【0064】なお、吸気バルブ20は、通常、エンジン11の低回転時に開閉タイミングが遅らされ、エンジン11の高回転時には開閉タイミングが早められる。これはエンジン11の低回転時にはエンジン回転の安定を図るとともに、エンジン11の高回転時には燃焼室17への混合ガスの吸入効率を向上させるためである。

【0065】次に、バルブタイミング可変アクチュエータ24にあって、吸気バルブ20の開閉タイミングを調整するための、ハウジング59とベーンロータ61間の回転位相差を油圧制御する構造について説明する。

【0066】図6に示されるように、ハウジング59の内部に突出する各壁部62～65の第1圧力室70側には、それぞれ進角用油路開口部80が開口し、各壁部62～65の第2圧力室71側には、それぞれ遅角用油路開口部81が開口している。また、進角用油路開口部80に接する各壁部62～65の内で円板部52（図4）側には、ベーン66～69が進角用油路開口部80を塞いでいても、ベーンロータ61が進角方向に回動する油圧を与えることができるように、凹部62a～65aが設けられている。同様に、遅角用油路開口部81に接す

る各壁部 62~65 の内で円板部 52 (図 4) 側には、ベーン 66~69 が遅角用油路開口部 81 を塞いでいても、ベーンロータ 61 が遅角方向に回転する油圧を与えることができるように、凹部 62b~65b が設けられている。

【0067】一方、図 4 に示されるように、各進角用油路開口部 80 は、円板部 52 内の進角制御油路 84、筒部 51 内の進角制御油路 86、88 により、筒部 51 の一方の外周溝 51a に接続されている。また、各遅角用油路開口部 81 は、円板部 52 内の遅角制御油路 85、筒部 51 内の遅角制御油路 87、89 により、筒部 51 の他方の外周溝 51b に接続されている。

【0068】また、筒部 51 内の遅角制御油路 87 から分岐した潤滑油路 90 は筒部 51 の内周面 51c に設けられた幅広の内周溝 91 に接続している。このことにより、遅角制御油路 87 内を流れる作動油を、筒部 51 の内周面 51c と吸気側カムシャフト 22 の端部外周面 22b に潤滑油として導く。

【0069】筒部 51 の一方の外周溝 51a は、シリンダヘッド 14 内の進角制御油路 92 を介して第 2 のオイルコントロールバルブ 94 に接続され、筒部 51 の他方の外周溝 51b はシリンダヘッド 14 内の遅角制御油路 93 を介して第 2 のオイルコントロールバルブ 94 に接続されている。

【0070】第 2 のオイルコントロールバルブ 94 には、供給通路 95 および排出通路 96 が接続されている。そして、供給通路 95 は第 1 のオイルコントロールバルブ 36 にて用いた同一のオイルポンプ P を介してオイルパン 13a に接続しており、排出通路 96 はオイルパン 13a に直接接続している。したがって、オイルポンプ P は、オイルパン 13a から二つの供給通路 37、95 へ作動油を送り出すようになっている。

【0071】第 2 のオイルコントロールバルブ 94 は第 1 のオイルコントロールバルブ 36 と同様に構成され、ケーシング 102、第 1 給排ポート 104、第 2 給排ポート 106、弁部 107、第 1 排出ポート 108、第 2 排出ポート 110、供給ポート 112、コイルスプリング 114、電磁ソレノイド 116、およびスプール 118 を備えている。そして、第 1 給排ポート 104 にはシリンダヘッド 14 内の遅角制御油路 93 が接続され、第 2 給排ポート 106 にはシリンダヘッド 14 内の進角制御油路 92 が接続されている。また、供給ポート 112 には供給通路 95 が接続され、第 1 排出ポート 108 および第 2 排出ポート 110 には排出通路 96 が接続されている。

【0072】したがって、電磁ソレノイド 116 の消磁状態においては、スプール 118 がコイルスプリング 114 の弾性力によりケーシング 102 の一端側 (図 4 にて右側) に配置されて、第 1 給排ポート 104 と第 1 排出ポート 108 とが連通し、第 2 給排ポート 106

が供給ポート 112 と連通する。この状態では、オイルパン 13a 内の作動油が、供給通路 95、第 2 のオイルコントロールバルブ 94、進角制御油路 92、外周溝 51a、進角制御油路 88、進角制御油路 86、進角制御油路 84、進角用油路開口部 80、および凹部 62a、63a、64a、65a を介して、バルブタイミング可変アクチュエータ 24 の第 1 圧力室 70 へ供給される。また、バルブタイミング可変アクチュエータ 24 の第 2 圧力室 71 内にあった作動油は、凹部 62b、63b、64b、65b、遅角用油路開口部 81、遅角制御油路 85、遅角制御油路 87、遅角制御油路 89、外周溝 51b、遅角制御油路 93、第 2 のオイルコントロールバルブ 94、および排出通路 96 を介してオイルパン 13a 内へ戻される。その結果、ベーンロータ 61 がハウジング 59 に対して進角方向へ相対回転し、前述したように吸気バルブ 20 の開閉タイミングが早められる。

【0073】一方、電磁ソレノイド 116 が励磁されたときには、スプール 118 がコイルスプリング 114 の弾性力に抗してケーシング 102 の他端側 (図 4 にて左側) に配置されて、第 2 給排ポート 106 が第 2 排出ポート 110 と連通し、第 1 給排ポート 104 が供給ポート 112 と連通する。この状態では、オイルパン 13a 内の作動油が、供給通路 95、第 2 のオイルコントロールバルブ 94、遅角制御油路 93、外周溝 51b、遅角制御油路 89、遅角制御油路 87、遅角制御油路 85、遅角用油路開口部 81、および凹部 62b、63b、64b、65b を介してバルブタイミング可変アクチュエータ 24 の第 2 圧力室 71 へ供給される。また、バルブタイミング可変アクチュエータ 24 の第 1 圧力室 70 内にあった作動油は、凹部 62a、63a、64a、65a、進角用油路開口部 80、進角制御油路 84、進角制御油路 86、進角制御油路 88、外周溝 51a、進角制御油路 92、第 2 のオイルコントロールバルブ 94、および排出通路 96 を介してオイルパン 13a 内へ戻される。その結果、ベーンロータ 61 がハウジング 59 に対して遅角方向へ相対回転し、前述したように吸気バルブ 20 の開閉タイミングが遅くされる。

【0074】更に、電磁ソレノイド 116 への給電を制御し、スプール 118 をケーシング 102 の中間に位置させると、第 1 給排ポート 104 および第 2 給排ポート 106 が閉塞され、それら給排ポート 104、106 を通じての作動油の移動が禁止される。この状態では、バルブタイミング可変アクチュエータ 24 の第 1 圧力室 70 あるいは第 2 圧力室 71 に対して作動油の給排が行われず、第 1 圧力室 70 および第 2 圧力室 71 内には作動油が充填保持されて、ベーンロータ 61 はハウジング 59 に対する相対回転は停止する。その結果、吸気バルブ 20 の開閉タイミングは、ベーンロータ 61 が固定されたときの状態に保持される。

【0075】なお、本実施形態のバルブタイミング可変

機構は、バルブタイミング可変アクチュエータ 24 や、第 2 のオイルコントロールバルブ (OCV) 94 を備えて構成される。

【0076】上述したリフト量可変機構及びバルブタイミング可変機構にあっては、それぞれ OCV 36 及び OCV 94 が電子制御ユニット (以下「ECU」という) 130 を通じて駆動制御され、その制御により吸気バルブ 20 の開閉特性が変更される。この ECU 130 は図 1 に示されるように、CPU 132、ROM 133、RAM 134 およびバックアップ RAM 135 等を備える論理演算回路として構成されている。

【0077】ここで、ROM 133 は各種制御プログラムや、その各種制御プログラムを実行する際に参照されるテーブルやマップ等が記憶されるメモリである。CPU 132 は ROM 133 に記憶された各種制御プログラムに基づいて制御に必要な演算処理を実行する。また、RAM 134 は CPU 132 での演算結果や各センサから入力されたデータ等を一時的に記憶するメモリであり、バックアップ RAM 135 はエンジン 11 の停止時に保存すべきデータを記憶する不揮発性のメモリである。そして、CPU 132、ROM 133、RAM 134 およびバックアップ RAM 135 は、バス 136 を介して互いに接続されるとともに、外部入力回路 137 および外部出力回路 138 と接続されている。

【0078】外部入力回路 137 には、水温センサ 127、図示しない吸気圧センサ及びスロットルセンサ等、エンジン 11 の運転状態を検出するための各種センサと、クランク角センサ 123 およびカム角センサ 126 が接続されている。また、外部出力回路 138 には、OCV 36 および OCV 94 が接続されている。

【0079】本実施形態では、こうした構成の ECU 130 を通じて、吸気バルブ 20 のバルブ特性制御が行われるが、特に、前述したヘリカルスプライン 61b の振れ角の設定により、図 2 に例示した 3 次元カムを用いる場合であっても、吸気側カムシャフト 22 を軸方向に変位させたときに、吸気バルブ 20 の開弁時期は一定で、閉弁時期のみが変化するようにしている。

【0080】これにより、リフト量可変アクチュエータとバルブタイミング可変アクチュエータ 24 とを組み合わせることでよりきめ細かなバルブ特性制御を行おうとした際、生ずる次の問題を回避するようにしている。すなわち、バルブタイミングを正確に決定するためには、同バルブタイミング可変アクチュエータ 24 を制御するだけでは不十分で、リフト特性を決める上記リフト量可変アクチュエータ 22a の作動状況をも考慮する必要が生じ、それらアクチュエータによる制御量の適合が煩雑となるという問題である。

【0081】そこで、本実施形態においては、上述したヘリカルスプライン 61b を用い、その振れ角を上述したバルブリフト量が最大のときの吸気弁の開弁時期とバ

ルブリフト量が最小のときの吸気弁の開弁時期とのクランク角度差に設置することによって、上記問題を回避するようにしている。

【0082】これにより、吸気バルブ 20 のバルブ特性制御において、同吸気バルブ 20 の開弁時期制御に関してはバルブタイミング可変機構を、また同吸気バルブ 20 のバルブリフト量に関してはバルブリフト量可変機構を、それぞれ独立に制御することで、それらバルブ特性を所望の値に制御することができる。

【0083】ところで、上記 ECU 130 によるバルブリフト量可変機構及びバルブタイミング可変機構の制御にかかるバルブ特性は、上述したカム角センサ 126 及びクランク角センサ 123 の検出結果に基づいて算出される。ここで、吸気側カムシャフト 22 の軸線方向への吸気カム 27 の移動位置、及び、クランクシャフト 15 に対する吸気側カムシャフト 22 の相対回転位相の変化量を検出するための構造について、図 1 及び図 7 及び図 8 を用いて説明する。

【0084】図 1 に示すように、クランクシャフト 15 において、プーリ 15a と反対側の端部の外周面には、磁性体からなる一対のクランク側被検出部 123a が突設され、そのクランクシャフト 15 の端部の近傍にはクランク角センサ 123 が設けられている。又、吸気側カムシャフト 22 において、バルブタイミング可変アクチュエータ 24 と反対側の端部の外周面には、これも磁性体からなる一対の基準用被検出部 126a 及び一つの移動量用被検出部 126b が突設され、その吸気側カムシャフト 22 の端部の近傍にはカム角センサ 126 が設けられている。

【0085】上記一対のクランク側被検出部 123a は図 7 (a)、(b) に示すようにクランクシャフト 15 の軸線方向へ直線状に延び、それらクランク側被検出部 123a におけるクランクシャフト 15 の軸線を中心とした角度間隔は 180° となっている。そして、クランクシャフト 15 が回転すると、一対のクランク側被検出部 123a は、クランク角センサ 123 に対しクランクシャフト 15 の回転方向へすれ違う。クランク側被検出部 123a とクランク角センサ 123 とがすれ違うと、クランク角センサ 123 には電流が誘起され、それがパルス信号として同センサ 123 から出力されるようになる。

【0086】又、図 8 (a)、(b) に示すように、上記一対の基準用被検出部 126a は吸気側カムシャフト 22 の軸線方向へ直線状に延び、それら基準用被検出部 126a における吸気側カムシャフト 22 の軸線を中心とした角度間隔は 180° となっている。吸気側カムシャフト 22 の外周面において、一対の基準用被検出部 126a の間に対応する位置には移動量用被検出部 126b が設けられ、同移動量用被検出部 126b は吸気側カムシャフト 22 の軸線方向へ螺旋状に延びている。そし

て、吸気側カムシャフト 22 が回転すると、一对の基準用被検出部 126a 及び一つの移動量用被検出部 126b は、カム角センサ 126 に対し吸気側カムシャフト 22 の回転方向へすれ違う。カム角センサ 126 と基準用被検出部 126a 及び移動量用被検出部 126b とがすれ違うと、カム角センサ 126 には電流が誘起され、それがパルス信号として同センサ 126 から出力されるようになる。

【0087】次に、本実施形態におけるバルブ特性制御装置の電氣的構成を図 1 を参照して説明する。このバルブ特性制御装置にあっては、上記第 1 の OCV36 及び第 2 の OCV94 が電子制御ユニット（以下「ECU」という）130 を通じて駆動制御され、その制御により吸気バルブ 20 の開閉特性が変更される。この ECU 130 は、ROM133、CPU132、RAM134 及びバックアップ RAM135 等を備える理論演算回路として構成されている。

【0088】ここで、ROM133 は各種制御プログラムや、その各種制御プログラムを実行する際に参照されるマップ等が記憶されるメモリである。CPU132 は ROM133 に記憶された各種制御プログラムに基づいて所望される演算処理を実行する。又、RAM135 は CPU132 での演算結果や各センサから入力されたデータ等を一時的に記憶するメモリであり、バックアップ RAM135 はエンジン 11 の停止時に保存すべきデータを記憶する不揮発性のメモリである。そして、ROM133、CPU132、RAM134 及びバックアップ RAM135 は、バス 136 を介して互いに接続されるとともに、外部入力回路 137 及び外部出力回路 138 と接続されている。

【0089】外部入力回路 137 には、図示しない、エンジン 11 の回転数 NE を検出する回転数センサ、同エンジン 11 の吸気圧 PM を検出する吸気圧センサ、エンジン 11 の水温 TA を検出する水温センサ及びスロットルセンサ等、エンジン 11 の運転状態を検出するための各種センサと、上記クランク角センサ 123 及びカム角センサ 126 が接続されている。又、外部出力回路 138 には、前記第 1 の OCV36 及び第 2 の OCV94 が接続されている。

【0090】本実施形態では、こうした構成の ECU 130 を通じて、吸気バルブ 20 のバルブ特性制御が行われる。即ち、ECU 130 は、エンジン 11 の運転状態を検出するための図示しない各種センサからの検出信号に基づき第 2 の OCV94 を駆動制御し、吸気バルブ 20 がエンジン 11 の運転状態に適した開閉タイミング（目標値 VVA）となるようバルブタイミング可変アクチュエータ 24 を作動させる。又、ECU 130 は上記各種センサからの検出信号に基づき第 1 の OCV36 を駆動制御し、吸気バルブ 20 の開弁時間及びバルブリフト量がエンジン 11 の運転状態に適した値（目標値 VL

A）となるようにリフト量可変アクチュエータ 22a を作動させる。

【0091】一方、ECU 130 は、クランク角センサ 123 及びカム角センサ 126 からのパルス信号を入力する。即ち、クランクシャフト 15 の回転に同期して、クランク角センサ 123 は一对のクランク側被検出部 123a に対応した等間隔のパルス P1 を発生する。又、吸気側カムシャフト 22 の回転に同期して、カム角センサ 126 は一对の基準用被検出部 126a に対応したパルス P2 と、一つの移動量用被検出部 126b に対応したパルス P3 を発生する。

【0092】そして、ECU 130 において、上記パルス P1 とパルス P2 とに基づいて、吸気バルブ 20 の開閉タイミングが検出され（検出値 VVR）、また、上記パルス P2 とパルス P3 とに基づいて、吸気バルブ 20 のリフト量が検出される（検出値 VLR）。このように、バルブタイミング可変アクチュエータ 24 及びリフト量可変アクチュエータ 22a の制御にかかる実際のバルブ特性を検出することで、これをそれぞれ目標値 VVA、VLA に収束させるフィードバック制御が行われる。

【0093】このバルブ特性制御のうち、バルブタイミング可変アクチュエータ 24 の制御に関しては、例えば、特開平 8-338271 号公報に記載された学習制御を用いることができる。

【0094】次に、本発明にかかるバルブ特性制御を適用した、本実施形態におけるリフト量可変アクチュエータ 22a の制御態様について説明する。上述したように、ECU 130 は、エンジン 11 の運転状態を上記各種センサからの検出信号として供給され、これらに基づいて、バルブリフト量がエンジン 11 の運転状態に適した値（目標値 VLA）となるようにリフト量可変アクチュエータ 22a を作動させるべく、その制御指令値を算出する。この制御指令値が、リフト量可変アクチュエータ 22a を駆動する駆動デューティ比 DVL である。

【0095】この駆動デューティ比 DVL と、同駆動デューティ比 DVL によるリフト量可変アクチュエータ 22a の動作速度、すなわち吸気側カムシャフト 22 の速度との関係を図 9 に示す。

【0096】図 9 に示されるように、駆動デューティ比 DVL がある値 KVL0 を有するときに、吸気側カムシャフト 22 の変位速度が「0」となり、リフト量可変機構が保持制御される。そして、この値 KVL0 を境に、駆動デューティ比 DVL が同 KVL0 よりも大きな値にされると、リフト量可変アクチュエータ 22a により、カムシャフト 22 が図 1 の A 方向に変位されるため、吸気バルブ 20 は高リフト側へシフトしていく。

【0097】一方、駆動デューティ比 DVL が同値 KVL0 よりも小さな値に設定されると、リフト量可変アクチュエータ 22a により、カムシャフト 22 が図 1 の A

方向と逆方向に変位されるため、吸気バルブ 20 は低リフト側へシフトしていく。

【0098】このような事情から、本実施形態においては、リフト量可変アクチュエータ 22a の変位速度が

$$DVL = (VLA - VLR) \times K + KVL \quad \dots (1)$$

上記式 (1) によれば、検出値 VLR が目標値 VLA より小さいときには、高リフト量側への制御を行うべく、駆動デューティ比 DVL が保持指令値 KVL よりも大きく設定される。ここでは、上記目標値 VLA と検出値 VLR との差 (VLA - VLR) に係数項 K を乗算したも

【0099】一方、検出値 VLR が目標値 VLA より大きいときには、低リフト量側への制御を行うべく、駆動デューティ比 DVL が保持指令値 KVL よりも値 (VLA - VLR) × K だけ小さく設定される。

【0100】このように駆動デューティ比 DVL が設定されることで、吸気バルブ 20 のバルブリフト量を目標値 VLA に近づけるべく制御がなされる。そして、吸気バルブのバルブリフト量の検出値 VLR が、目標値 VLA に近似すると、リフト量可変アクチュエータ 22a を上記保持指令値 KVL に基づいて保持制御することで、バルブリフト量がその値にて保持される。

【0101】ところで、吸気バルブ 20 のバルブリフト量の検出値 VLR が目標値 VLA に近似したときに、速やかに保持制御に移行するためには、上記値 KVL を保持指令値 KVL として設定しておくことが好ましい。この値 KVL を保持指令値 KVL として設定することで、吸気バルブ 20 のバルブリフト量の制御を可変制御から速やかに保持制御に移行させることができる。

【0102】しかし、課題のところで述べたように、この値 KVL は、その油圧供給系も含むリフト量可変アクチュエータ 22a としての公差や経時変化等によって変化するために、この値 KVL を保持指令値 KVL の固定値として設定しておく、実際の制御に際して保持位置にずれを生じたり、あるいは上記フィードバック制御に伴う制御ハンチング等が生じたりする懸念がある。そこで本実施形態においては、バルブリフト量の検出値 VLR の変化量が「0」、且つ駆動デューティ比 DVL の変化量が「0」であるときには、その目標値 VLA と検出値 VLR との偏差が必ずしも「0」でなくとも、その偏差が上記公差や経時変化に起因するものとして、上記駆動デューティ比 DVL を、新たな保持指令値 KVL として更新する学習制御を行うことにしている。

【0103】ここで、本実施形態にかかる学習制御態様について図 10 のタイムチャートに基づいて説明する。この例においては、保持指令値 KVL が、上記公差あるいは経時変化等に起因して、適切な値 KVL から離れた図 9 に示す値 WKVL に設定されている例を示す。まず時刻 t1 において、検出値 VLR は目標値 VLA より

「0」となる駆動デューティ比 DVL (図 9 では値 KVL0) を保持指令値 KVL として設定するようにしている。また、その都度の駆動デューティ比 DVL を以下の式 (1) にて設定するようにしている。

も小さいために、駆動デューティ比 DVL を算出する式 (1) において、同駆動デューティ比 DVL は、保持指令値 KVL (ここでは WKVL) より大きな値に設定される。このため、吸気バルブ 20 のリフト量は、高リフト側へ制御されるようになり、検出値 VLR が目標値 VLA に近づいていく。

【0104】しかし、保持指令値 KVL が値 WKVL に設定されているために、時刻 t2 においては、検出値 VLR が目標値 VLA よりも小さいにもかかわらず、リフト量が保持制御されるようになる。すなわち、式 (1) において、値 (VLA - VLR) × K にこのずれの生じている保持指令値 WKVL を加算したものが、値 KVL0 に等しくなったために、リフト量が保持制御されるようになる。

【0105】そこで本実施形態では、時刻 t2 ~ 時刻 t3 までの期間、検出値 VLR と駆動デューティ比 DVL とが不変であることを確認すると、現在の駆動デューティ比 DVL を保持指令値 KVL として更新する。これにより、式 (1) で示される駆動デューティ比 DVL は、値 (VLA - VLR) × K だけ保持指令値 KVL より大きな値となることから、吸気バルブ 20 のリフト量は、再度、高リフト側へ制御されるようになる。こうして、検出値 VLR が目標値 VLA に近づくように制御されていく。

【0106】このように学習制御を行い保持指令値 KVL を都度更新することで、吸気バルブ 20 のバルブリフト量が好適に制御されるようになる。ところで、こうした学習制御によって適切な保持指令値 KVL に更新されるまでの過渡的な期間、上記保持指令値 KVL の値が適切な値でない場合には、吸気バルブ 20 のバルブリフト量が目標値 VLA からかなり離れたものとなることがある。そして、かかる目標値 VLA からのずれに関しては、過度にリフト量が大きくなる場合が、失火やエンジンストールを招くおそれがあるために、特に深刻である。

【0107】そこで、実施形態においては更に、吸気バルブ 20 のバルブリフト量が相対的に小さくなるような駆動デューティ比 DVL の値を、保持指令値 KVL の初期値 KVL1 として記憶するようにしている。

【0108】そして、以下の条件 (c1) ~ (c3) を満たすときには、保持指令値 KVL を初期値 KVL1 にて初期化して、バルブリフト量可変機構のバルブ特性制御を行うようにしている。

(c1) エンジン 11 が初めて運転状態に入る場合。

(c2) 新しいバッテリーに交換された後にエンジン 11

が初めに運転される場合。

(c3) バルブリフト量可変機構が故障から復帰し正常時の制御が可能となった場合。

【0109】すなわち、上記条件(c1)～(c3)のいずれか一つでも満たす場合には、保持指令値KVLが適切な値からかなり離れている可能性があり、その場合、学習制御によって適切な保持指令値KVLに更新されるまでの過渡的な期間は、上記初期値KVL Iを保持指令値KVLとして設定するようにしている。

【0110】次に、こうした学習制御を取り入れた本実施形態のバルブ特性制御の制御手順について、図11及び図12に基づいて説明する。図11及び図12は、本実施形態の学習制御手順及びバルブリフト量制御手順を示すルーチンである。このルーチンは、例えば、所定の時間割り込み等によってECU130により周期的に実行される。

【0111】これら制御手順に際してはまず、ステップ100において、ECU130にエンジン11の運転状態を示す各種パラメータ、すなわち水温TA、吸気圧PM、回転数NE等と上記リフト量の検出値VLRとが読み込まれる。そしてステップ110において、上記パラメータTA、PM、NE等から、例えばマップ演算によって吸気バルブ20のリフト量の目標値VLAが算出される。

【0112】続くステップ120では、エンジン11が上記条件(c1)乃至(c3)のいずれか一つでも満たされているかが判断される。そして、この論理と条件が満たされている場合には、ステップ130へ移行する。同ステップ130では、上述した理由に基づき、バルブリフト量が相対的に小さくなるような初期値KVL Iにて保持指令値KVLを初期化する。

【0113】一方、ステップ120において、上記条件(c1)乃至(c3)のいずれも満たされていない場合、又は上記ステップ130における初期化を終えた後は、ステップ140(図12)へ移行する。

【0114】このステップ140では、上記目標値VLAと上記検出値VLRとの差の絶対値が所定値 α と比較される。そして、同目標値VLAと検出値VLRとの差の絶対値が α 以下である場合には、ステップ190に移行し、先の式(1)に基づいて駆動デューティ比DVLが算出される。

【0115】一方、ステップ140において、同目標値VLAと検出値VLRの差の絶対値が α より大きい場合には、ステップ160に移行する。このステップ160においては、検出値VLRが継続した状態にあるか否か(検出値の変化量 $\Delta VLR = 0$ であるか否か)が判断される。そして、検出値VLRが変化する場合、リフト量制御が目標値VLAに向かって制御される過渡的な時期であるとして、その適切な駆動デューティ比DVLを算出するべくステップ190に移行す

る。

【0116】一方、ステップ160において、検出値VLRが固定されていると判断されたときには、ステップ170に移行する。このステップ170では、駆動デューティ比DVLが変化していないか否か(駆動デューティ比の変化量 $\Delta DVL = 0$ であるか否か)が判断される。そして、駆動デューティ比DVLが変化している場合には、これもリフト量制御が目標値VLAに向かって制御される過渡的な時期であるとして、その適切な駆動デューティ比DVLを算出するべくステップ190に移行する。

【0117】また、ステップ170において、駆動デューティ比DVLが変化していないと判断されると、ステップ181に移行する。この時点では、リフト量の検出値VLRが目標値VLAに収束しておらず、且つリフト量制御が目標値VLAに向かって制御される過渡的な時期にもないことが、ステップ140～ステップ170の判定条件からわかっている。したがって、保持指令値KVLが適切でない可能性が高いと判断できる。そこでこの場合は、この保持指令値KVLを学習更新することとなるが、本実施形態では、この学習更新の実行に際し、ステップ181及びステップ182にかかる次の制限を設けるようにしている。

【0118】まず、保持制御にかかるデューティ比DVLの値(保持指令値KVL)は、エンジン11の温度によって変化する。すなわち、保持指令値KVLは、低温側と高温側とで高く、その中間の温度領域では低いという性質がある。したがって、前回の運転時において、エンジン11が中間の温度領域にあるときに学習制御によって保持指令値KVLを更新した場合、次の運転時において冷間始動が行われると、前回更新された保持指令値KVLに基づいてバルブ特性制御が行われるために、顕著な制御誤差が生じるおそれがある。そこで、本実施形態においては、ステップ181において、エンジン11の温度TAが所定温度 β 以上か否かを判断し、同温度TAが所定温度 β 以上のときにのみステップ183にかかる学習制御による保持指令値KVLの学習更新を行うようにしている。換言すれば、上記温度TAが所定温度 β 未満となる場合には、学習更新を禁止するようにしている。

【0119】また、バルブリフト量可変機構によるリフト量の制御幅には制限が存在する。そして、リフト量制御にかかる目標値VLAが、バルブリフト量可変機構の制御限界の近傍となる場合には、バルブリフト量可変機構が機構上の制約をうけて一旦動かなくなることがある。しかも、この制約には各可変機構の個体差等に起因したバラツキが生じ得る。したがって、目標値VLAがバルブリフト量可変機構の制御限界の近傍となる場合において、上述した理由からバルブリフト量可変機構が一旦動かなくなる場合に、保持指令値KVLが不適切な値

に更新されてしまう懸念がある。そこで、本実施形態においては、ステップ182において、目標値VLAがこの制御限界（可変限界）近傍か否かを判断し、同目標値VLAがリフト量可変機構の制御限界の近傍にあるときにも、学習更新を禁止するようにしている。

【0120】本実施形態ではこのように、上記ステップ181及びステップ182の条件がクリアされる場合にのみ、ステップ183にかかる学習更新が実行され、それ以外の場合には、保持指令値KVLの更新は行われずにステップ190へ移行する。

【0121】ステップ190においては上述のように先の式(1)に基づいて駆動デューティ比DVLが算出され、ステップ200へ移行する。このステップ200においては、ステップ190において算出された駆動デューティ比DVLに基づいてOCV36を制御した上で、このルーチンを一旦終了する。

【0122】以上説明した態様、手順にて学習制御、並びにバルブ特性制御を行う本実施形態のバルブ特性制御装置によれば、以下のような効果が得られるようになる。

(1) 検出値VLRがある値にて継続状態にある場合、目標値VLAと検出値VLRとの比較を行うことで、保持指令値KVLが適切なものか否かを判断することができる。そして、同目標値VLAと検出値VLRとが近似していない場合には、この保持指令値KVLが適切なものでないとして、これを修正することができる。このため、バルブリフト量を正確に制御することが可能となり、且つ所望のリフト量へ速やかに移行させることができる。

【0123】(2) 吸気バルブ20のバルブリフト量が相対的に小さくなるようバルブリフト量可変機構を制御するための制御値を、保持指令値KVLの初期値KVL Iとして設定することで、学習制御が開始される以前の保持指令値KVLが適切でないことに起因する失火やエンジンストール等の不都合を回避することができる。

【0124】(3) エンジン11の水温TAが所定温度 β 以上であるときのみ、保持指令値KVLの学習更新を行うようにしたことで、保持指令値KVLが冷間始動時や高温時と大きく異なる傾向にある中間の温度領域において、同保持指令値KVLが更新されることがなくなる。したがって、中間の温度領域において保持指令値KVLを更新し、その後冷間始動したときにバルブ特性制御に顕著な制御誤差が生ずる懸念を回避することができる。

【0125】(4) バルブリフト量の目標値VLAが、リフト量可変機構の制御限界近傍となるときに、保持指令値KVLの更新を禁止することで、リフト量可変機構が機構上の制約を受けて一旦動かなくなった場合に、不適切な保持指令値KVLを学習するという問題を回避することができる。

【0126】なお、以上説明した本実施形態は以下のように変更して実施してもよい。

・上記実施形態においては、上記条件(c1)～(c3)を満たす場合に、保持指令値KVLを指定の初期値KVL Iに初期化したのが、この初期化の条件については適宜変更してもよい。

【0127】・上記実施形態においては、図11のステップ182に示したように、目標値VLAがリフト量可変限界近傍にあるとき、学習制御を禁止することとしたが、これに代え、学習制御を制限を加えながら許容するようにしてもよい。このようにすることで、目標値VLAがリフト量可変限界近傍にあるときにも、必要に応じて保持指令値KVLを更新することができる。

【0128】・上記実施形態においては、図11のステップ181に示したように、エンジン11の温度（水温、油温等も含む）TAが所定温度 β 未満のとき、学習制御を禁止したが、この発明にかかる装置にとって同処理は必須ではない。

【0129】・また、上記学習制御に際しては、エンジン11の冷間域と温間域との各別の温度域において各別に保持指令値KVLの更新を行い、その中間の温度域については、それら学習値の補間を行うようにしてもよい。すなわちこの場合には、図13に示すように、先の図12のステップ170において「YES」と判断された後、この新たなステップ184として上記温度TAの温度域判断を行う。そして、同温度TAが冷間域あるいは温間域にある旨判断される場合には、それぞれステップ183aあるいはステップ183bの態様で、そのときの駆動デューティ比DVLを冷間域保持指令値KVL(A)あるいは温間域保持指令値KVL(B)として学習する。また、同温度TAが中間域にある場合には、それら保持指令値KVL(A)及び保持指令値(B)を補間して中間域保持指令値KVL(C)を求める。そして、それら学習した、あるいは求めた学習値に基づくそれぞれステップ190a～190cの演算を実行して、そのときどきの駆動デューティ比DVLを求めることとなる。

【0130】・上記実施形態においては、検出値VLRが目標値VLAに収束せずに、検出値VLRの値が一定となることで、保持指令値KVLが適切な値に設定されていないと判断することとしたが、こういった現象は、保持指令値KVLの設定に問題がある場合のみならず、バルブリフトが何らかの理由で固定されるような故障によっても生じ得る。この場合、上記実施形態にかかる学習制御によって誤った学習がなされてしまう懸念がある。したがって、検出値VLRが目標値VLAに収束せずに、検出値VLRの値が一定となった場合には、バルブリフト量可変機構にかかる異常の有無を判断する処理を行ってもよい。例えば、検出値VLRと目標値VLAとの間に隔たりがある状態が所定期間続き、且つ検出値

VLR が大きな変化を所定期間にわたって示さないときに、バルブリフト量可変機構にかかる異常と判断するなどすればよい。また、この異常の有無の判断方法としては、任意の方法を採用することができる。

【0131】・上記実施形態においては、バルブリフト量可変機構にかかる学習制御時についてのバルブタイミング可変機構の動作態様に関して何らの制限も設けなかったが、バルブリフト量可変機構にかかる学習制御時にバルブタイミング可変機構が作動制御されると、リフト量の検出値 VLR の検出精度が低下する懸念があることなどから、バルブリフト量可変機構の学習制御時には、バルブタイミング可変機構を固定制御するなどしてもよい。更にこの際、バルブタイミング可変機構を最遅角の開閉タイミングにて固定制御することとすれば、リフト量可変機構の保持学習制御中に、オーバーラップ量が過大になることを好適に回避することができる。また逆に、バルブタイミング可変機構の学習制御時にバルブリフト量可変機構を固定制御してもよい。そしてこの際も、リフト量可変機構を最小リフト量にて固定制御することとすれば、バルブタイミング可変機構の保持学習制御中にオーバーラップ量が過大になることを好適に回避することができる。更に、バルブリフト量可変機構の学習制御が正常になされることを条件に、バルブタイミング可変機構の学習制御を開始するように設定してもよい。このように、バルブリフト量可変機構の学習制御が優先して実行されることで、同バルブリフト量可変機構を通じた保持制御についての早期の安定化が図られるようになる。

【0132】・上記実施形態においては、カム角センサ 126 並びに、基準用被検出部 126a 及び移動量用被検出部 126b を通じて、バルブリフト量を検出する構成としたが、このバルブリフト量を検出する手段はこれに限らず任意である。

【0133】・上記実施形態においては、カムシャフト 22 とバルブタイミング可変アクチュエータ 24 とをヘリカルスプライン 61b によって係合させたが、ストレートスプラインを用いてもよい。この場合においても、リフト量可変機構及びバルブタイミング可変機構のいずれか一方を固定制御しつつ、他方の機構の動作態様をモニタすることで、学習制御を正確に行うことができる。

【0134】・上記実施形態においては、リフト量可変機構及びバルブタイミング可変機構を吸気系に設けたが排気系に設けてもよく、吸気系と排気系の両方に設けてもよい。

【0135】・上記実施形態においては、バルブリフト量可変機構とバルブタイミング可変機構とを併用したエンジンに対して、バルブリフト量可変機構の学習制御をいかに行うかについて主に言及したが、同学習制御は、バルブリフト量可変機構のみを備えるエンジンについても同様に適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明にかかる内燃機関のバルブ特性制御装置を具体化した一実施形態の斜視図。

【図 2】同実施形態における吸気側カムシャフトに用いられる吸気カムの形状を説明する斜視図。

【図 3】バルブリフト量可変アクチュエータの構成説明図。

【図 4】バルブタイミング可変アクチュエータの構成説明図。

【図 5】バルブタイミング可変アクチュエータに用いられるインナギヤ及びサブギヤの形状を示す斜視図。

【図 6】バルブタイミング可変アクチュエータの内部構成説明図。

【図 7】同実施形態におけるクランク角度検出手段についての斜視図。

【図 8】同実施形態におけるカム角度検出手段についての斜視図。

【図 9】駆動デューティ比とリフト量可変アクチュエータ 22a の変位速度との関係を示すグラフ。

【図 10】同実施形態にかかる学習制御の一例を示すタイミングチャート。

【図 11】同実施形態のバルブリフト量制御手順を示すフローチャート。

【図 12】同実施形態のバルブリフト量制御手順を示すフローチャート。

【図 13】同実施形態の変形例のバルブリフト量制御手順を示すフローチャート。

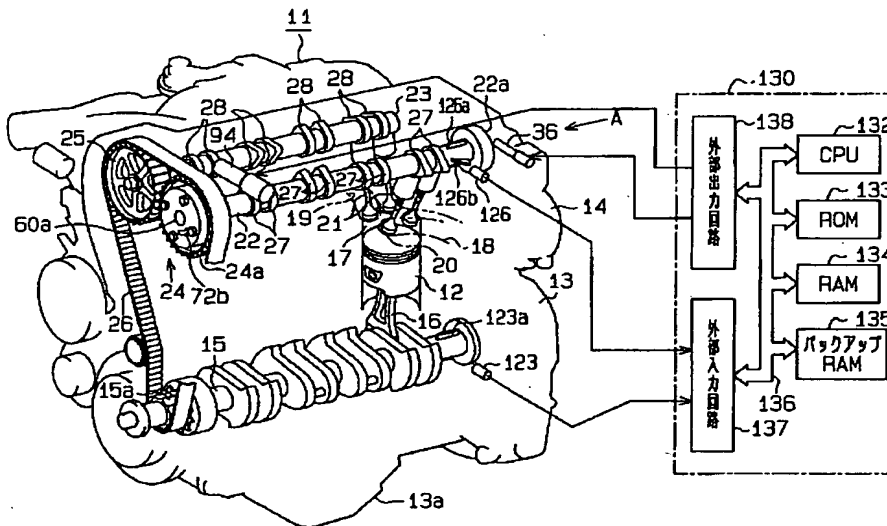
【符号の説明】

10…可変動弁機構、20…吸気バルブ、21…排気バルブ、22…吸気側カムシャフト、22a…リフト量可変アクチュエータ、22b…吸気側カムシャフトの端部外周面、24…バルブタイミング可変アクチュエータ、24a…タイミングプーリ、26…タイミングベルト、27…吸気カム、28…排気カム、31…シリンダチューブ、31a…第 1 圧力室、31b…第 2 圧力室、32…ピストン、33…エンドカバー、33a…補助シャフト、33b…軸受、34…第 1 給排通路、35…第 2 給排通路、36…第 1 オイルコントロールバルブ（OCV）、37…供給通路、38…排出通路、39…ケーシング、40…第 1 給排ポート、41…第 2 給排ポート、42…第 1 排出ポート、43…第 2 排出ポート、44…供給ポート、45…弁部、46…コイルスプリング、47…電磁ソレノイド、48…スプール、51…タイミングプーリの筒部、51a、51b…外周溝、51c…内周面、52…タイミングプーリの円板部、53…外歯、54…インナギヤ、54a…大径ギヤ部、54b…小径ギヤ部、55…ボルト、56…サブギヤ、56a…外歯、56b…内歯、57…スプリングワッシャ、58…ボルト、59…ハウジング、59a…内周面、60…カバー、60a…穴部、61…ペーンロータ、61a…

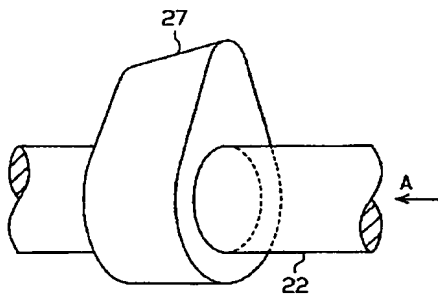
外周面、61b…ヘリカルスプライン、61c…円筒状空間、62、63、64、65…壁部、62a、63a、64a、65a…凹部、62b、63b、64b、65b…凹部、66、67、68、69…ペーン、70…第1圧力室、71…第2圧力室、80…進角用油路開口部、81…遅角用油路開口部、84、86、88…進角制御油路、85、87、89…遅角制御油路、90…潤滑油路、91…内周溝、92…進角制御油路、93…遅角制御油路、94…第2オイルコントロールバルブ、

95…供給通路、96…排出通路、102…ケーシング、104…第1給排ポート、106…第2給排ポート、107…弁部、108…第1排出ポート、110…第2排出ポート、112…供給ポート、114…コイルスプリング、116…電磁ソレノイド、118…スプール、123…クランク角センサ、126…カム角センサ、126a…基準用被検出部、126b…移動量用被検出部、130…ECU。

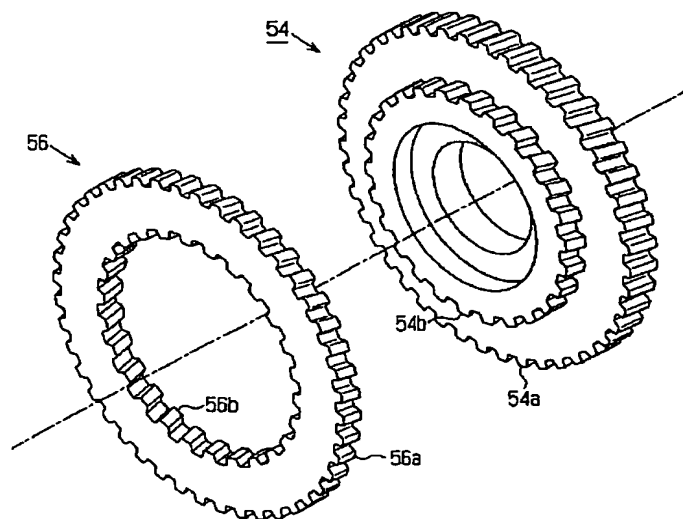
【図1】



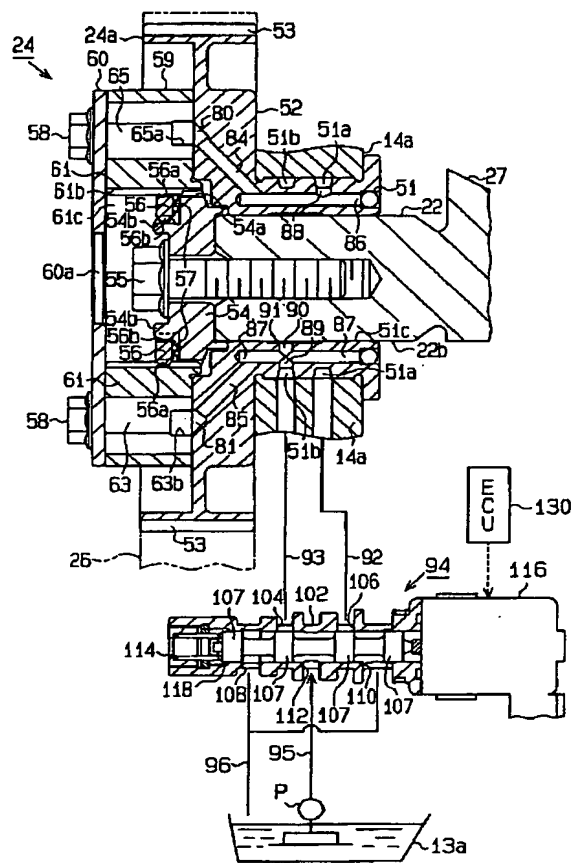
【図2】



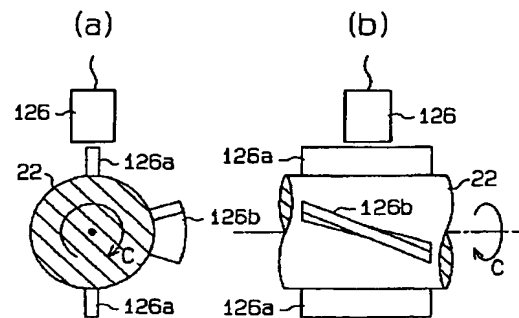
【図5】



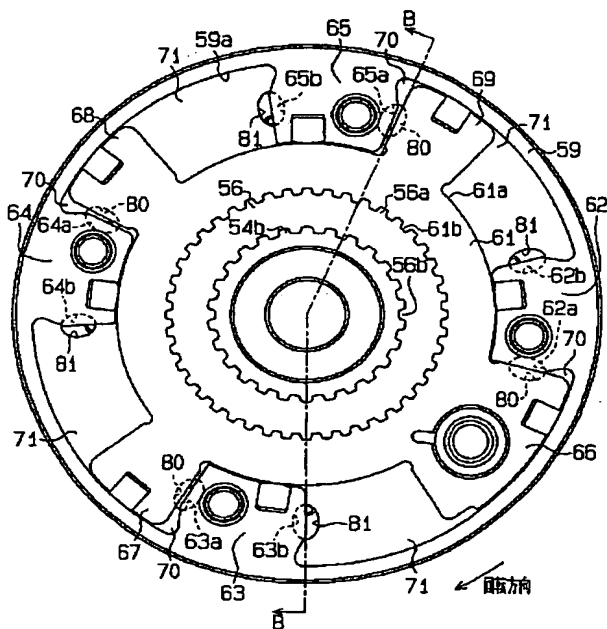
【図 4】



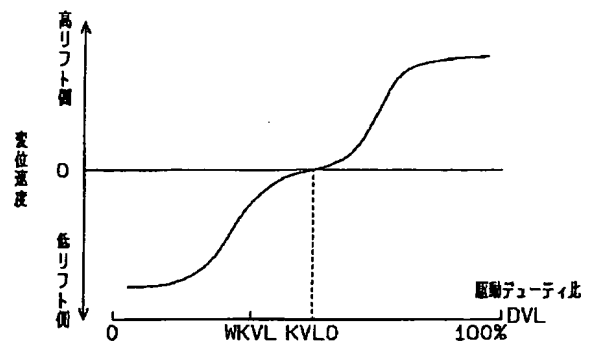
【図 8】



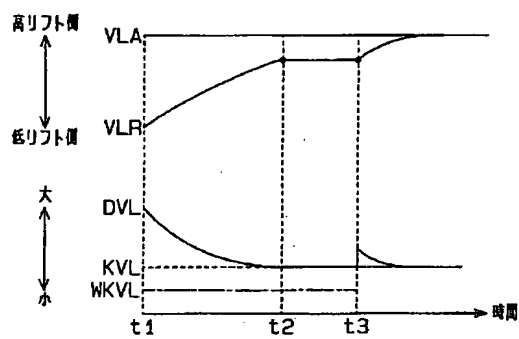
【図6】



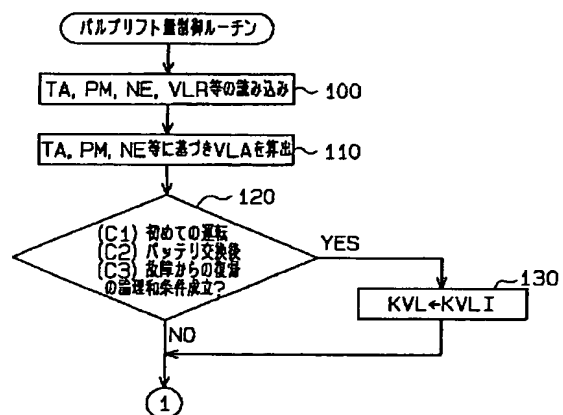
【図9】



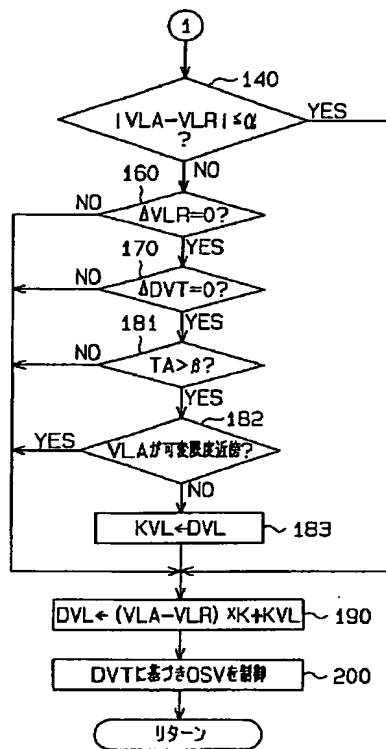
【図10】



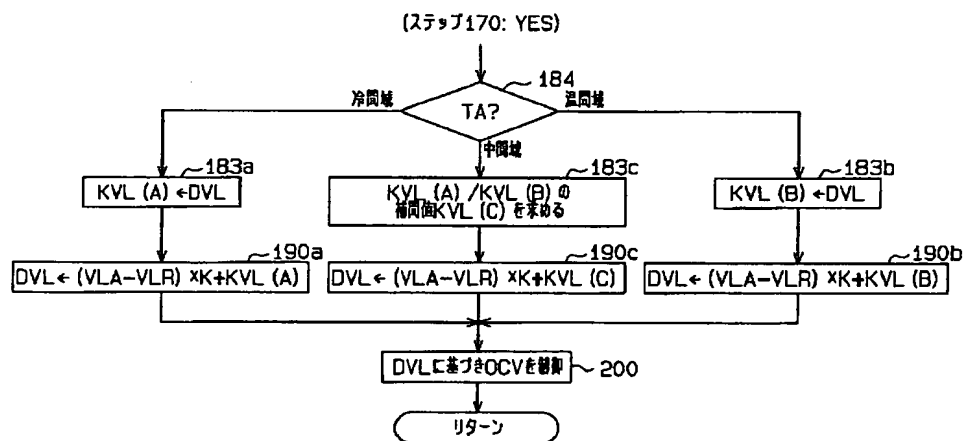
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3G018 AA06 AB07 AB17 BA04 BA33
CA19 CA20 DA03 DA60 DA66
DA77 EA17 EA22 EA31 EA32
EA33 FA01 FA06 FA08 FA16
GA08 GA11 GA32 GA38 GA40
3G084 BA23 DA04 EA11 EB12 EB19
EB20 EB25 FA00 FA20 FA33
FA38 FA39
3G092 AA01 AA11 AB02 DA01 DA04
DA09 DA10 DF04 DF09 DG05
EA03 EA04 EA13 EA14 EA25
EC01 EC05 FA06 HA05Z
HA13X HE01Z HE08Z